NERG 1920/1980

tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 45 - nr. 2 - 1980

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 55,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 55,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

Ir. Th. J. Weijers

Geboren 2-3-1893 te Brummen

Overleden 24-12-1979 te Tilburg

Erelid van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap



Theodorus Josephus Weijers werd geboren te Brummen op 2 Maart 1893. Hij volgde de kweekschool in Hilversum, en was van 1911 tot 1919 werkzaam als onderwijzer, met uitzondering van een periode van militaire dienstplicht in de mobilisatietijd. Daarbij bereidde hij zich voor op het Staatsexamen. Na dat behaald te hebben, begon hij in 1919 met de studie aan de Technische Hogeschool te Delft. In 1924 deed hij zijn ingenieursexamen electrotechniek. Tijdens deze studie behaalde hij ook de wiskunde acten K1 en K5. Na zijn ingenieursexamen bleef hij nog een jaar als assistent aan de T.H. verbonden. In 1925 ging hij over naar de Rijkstelegraafdienst. In dat jaar trouwde hij met Mej. A.M.D. Aegenent.Op 4 Juni 1928 trad hij in dienst van het Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips, waar hij in de groep Van der Pol geplaatst werd.

Een van de onderwerpen, die hem voortdurend zeer interesseerden, waren de electrische filters, waarover hij met Van der Pol een leergang organiseerde, en in het Philips Technisch Tijdschrift een serie artikelen schreef. Mede in verband daarmee bestudeerde hij ook de dielectrische verliezen.

Zijn didactische kwaliteiten kwamen ook tot uiting in de opleiding van zijn assistenten, van wie verschillende later op vooraanstaande plaatsen terecht kwamen. Broos, Koffyberg, Pasma, Douma om enkele namen te noemen. Weijers had ook de verantwoording voor de groepswerkplaats, die vanaf Januari 1936 onder leiding van De Laat kwam te staan. Bij kleine conflicten, intern of met de zgn. centrale werkplaats wist Weijers de zaak met tact en gezag in goede banen te leiden, en zich van goed materiaal voor zijn werkplaats te verzekeren.

In de dertiger jaren werd de toekomst van de radio-ontvanger een twistpunt. Moest het een directe ontvanger blijven, of een superheterodyne worden ? Holst had, nadat Philips rond 1927, '28 als fabrikant van radio-apparaten op ging treden, de groep Oosterhuis meer met het directe contact met de fabriek belast en de groep Van der Pol met de toekomstige ontwikkelingen. Dit leidde er toe, dat bij Oosterhuis ontwikkelingen op het gebied van de directe ontvanger, en van radiobuizen terecht kwamen, terwijl Van der Pol de superheterodyne, ruis, en de eerste ontwikkeling van de televisie kreeg.

Het duurde een hele tijd voor de superheterodyne

het zou winnen, ook door verbeteringen, die vooral Rinia en Tellegen in de directe ontvanger wisten aan te brengen (o.a. door de constructie van spoelen van bijzonder hoge kwaliteit). Ondertussen had Weijers de eerste superheterodyne ontvanger geconstrueerd (naar zijn uiterlijk wel "het orgeltje" genoemd). Er waren aan de nieuwe structuur ook wel nadelen, zoals spiegelfrequentieontvangst, en zgn. "fluitsignalen", die door nietlineaire effecten ontstaan. Verder moest men oppassen voor directe straling van de oscillator, en ook het gelijk lopen van de condensatoren voor de verschillende afstemmingen was een bron van zorg. Omdat men bij de keuze van de middenfrequentie in verschillende delen van Europa rekening moest houden met de plaatselijke zenders, bedacht Weijers een rekenlat, waarmee hij snel kon zien, welke storende effecten op konden treden. Het eerste apparaat werd door Philips nog via een ondermerk "Sierra" in de handel gebracht. Toen de korte golf ontvangst een reden was voor de klanten om de voorkeur aan apparaten met deze band te geven, ging Philips geheel op de superheterodyne over. De ontwikkeling werd door Weijers in een voordracht voor de Vlaamse Ingenieursvereniging geschetst.

De gemeenschappelijke interesse van Van der Pol en Weijers voor wiskundige functies leidde tot een artikel over Tschebycheffpolynomen en hun relatie tot Besselfuncties, sinusfuncties en Lissajousfiguren. Een onderwerp van meer physische aard was de fijnstructuur van de triodekarakteristiek (Physica, 1934).

In de jaren 1937, '38 kwam bij Philips de eerste interesse op voor de draaggolftelefonie. Vrij grote aantallen medewerkers werden bij een Australisch project ("Sydney-Maitland") betrokken, dat onder leiding van de engelse ingenieur Skillman in Eindhoven ontwikkeld werd. De zorg voor de filters voor deze installaties werd aan Weijers overgelaten, en met goed gevolg. Geen wonder, dat de N.S.F. en later de Philips Telecommunicatie Industrie gaarne van zijn kwaliteiten en zijn raad op dit gebied gebruik maakten.

De selectiviteitsmetingen aan radioapparaten, en een gestandaardiseerde methode om dit goed te doen, ook in CCIR verband, waren een ander onderwerp van het onderzoek van Weijers.

De oorlog was een reden voor verplaatsing van het draaggolftelefonie onderzoek naar Engeland en Australië.

Van der Pol had ondertussen in Amerika demonstraties van de nieuwe frequentiegemoduleerde geluidsomroep van zijn vriend Armstrong gehoord, en, muzikaal als hij was, had deze nieuwe methode op hem grote indruk gemaakt. Reeds in 1938 trachtte hij de Philips Directie ertoe over te halen een aangeboden gunstig contract met Armstrong te aanvaarden. Het kwam er niet direct van, maar toen men in de oorlogsjaren zocht naar onderwerpen, die niet voor de oorlogsinspanning van belang zouden kunnen zijn, bracht Van der Pol een groep tot stand, die zich met de verdere ontwikkeling van de frequentiemodulatie bezig ging houden. Weijers deed hierin een literatuuronderzoek, en kreeg de opdracht in overleg met de andere leden van de groep (bijv. Boelens, De Langen, Van Slooten, Stumpers, Zaalberg van Zelst) de ontvangapparaten te ontwerpen. De ontvangstproeven, waaraan verschillende musici hun medewerking verleenden, verliepen tot grote tevredenheid van Van der Pol. Toen na de oorlog de fabriek zich ook met de constructie van fm ontvangstapparaten moest bezig houden, was een gezonde basis gelegd.

De didactische gaven van Weijers waren op het Nat. Lab. niet onopgemerkt gebleven. Hij heeft steeds veel aandacht gegeven aan de Interne Technische Opleiding en zijn dictaten waren terecht vermaard. In 1937 kwam bij het Nederlands Radio Genootschap de wens naar voren om een betere kwaliteit van de examens voor radiomonteur en ook voor radiotechnicus na de streven. Van der Pol, die zelf geruime tijd voorzitter van het Radio Genootschap geweest was, wist Weijers te bewegen, de leiding van de examencommissie op zich te nemen. De persoonlijkheid van Weijers, die zelf een groot aandeel nam in de samenstelling van de schriftelijke opgaven, en de keuze van de examinatoren beïnvloedde, maakte dat een goed peil voor beide examens werd bereikt, en dat dit peil in de loop der jaren nog werd opgevoerd. Het diploma kwam in hoog aanzien, en het aantal diplomas steeg van 53 in 1937 tot 280 in 1952. Toen een examen HTS radiotechniek ingesteld werd, zorgde Weijers dat voor dit examen weer hogere eisen werden gesteld, en dat een commissie van gecommitteerden de kwaliteit van ook deze examens bewaakte. Bij zijn afscheid als voorzitter van de examencommissie heeft ir. Boukema, die hem opvolgde, Weijers namens het Radiogenootschap zeer hartelijk bedankt.

Op 31 Juli 1953 besloot Weijers van de gelegenheid om bij het Nat.Lab. met pensioen te gaan, gebruik te maken. Hij kreeg bij de HTS Radiotechniek van Rens en Rens in Hilversum een functie als leraar, en hij speelde ook een leidende rol bij de totstandkoming van een Handboek der Radiotechniek in zeven delen, dat op initiatief van de heren Rens tot stand werd gebracht. Uiteraard besteedde hij een aantal onderwerpen uit aan collegas, maar hij voelde toch een grote verantwoordelijkheid voor de duidelijkheid van alle bijdragen. Het handboek, waaraan Weijers reeds in zijn Philips'tijd gewerkt had, kon nu spoedig voltooid worden, en bij Kluwer worden uitgegeven. Men bewaart bij Rens en Rens aan de periode van samenwerking met Weijers de beste herinneringen.

In Hilversum kwamen voor Weijers oude vriendschappelijke contacten met de Philips Telecommunicatie Industrie (o.a. ir.Posthumus)weer boven, en toen zich een gunstige gelegenheid voordeed, stapte bij opnieuw over

naar het bedrijfsleven. Van 1 Januari 1955 tot 31 maart 1957 was Weijers werkzaam bij de Philips Telecommunicatie Industrie, o.a. bij de afdeling Technische Directie.

In 1956 werd in Eindhoven de Technische Hogeschool opgericht. De professoren dr.ir. Jonker en dr. Knol waren de grote didactische kwaliteiten van ir. Weijers niet vergeten, en op 1 april 1957 kwam hij als wetenschappelijk hoofdambtenaar bij de T.H. naar Eindhoven terug. Daar moesten op 1 September 1957 de colleges en practica beginnen.Weijers speelde een grote rol bij de opzet daarvan. Zelf gaf hij een college electronica voor werktuigbouwkundigen, maar anderen profiteerden ook van zijn kwaliteiten als didacticus en critisch, deskundig lezer. Ook bij de inrichting en vloerverdeling in de kamers van het nieuwe gebouw der Electrotechniek, wat door een merkwaardige constructie met pilaren enige moeilijkheden gaf, was Weijers sterk betrokken. Op 1 September 1963 ging hij met pensioen, maar toen door het overlijden van de hoogleraren Knol en Jonker moeilijkheden dreigden te ontstaan, was Weijers op 1 Februari 1964 weer terug met een leeropdracht, o.a. om Jonker's college electronische instrumentatie te geven tot 31 Juli 1964. Van 15 September 1964 tot 16 Mei '65 begeleidde hij de studie van drie Nigeriaanse Studenten in een part-time positie (drie dagen per week).

Weijers had een grote liefde voor muziek. Hij bespeelde vele jaren het orgel in de Pius X kerk in Eindhoven, maar hij kende ook de andere orgels van Eindhoven, waar hij, als de organist niet beschikbaar was, steeds bereid was om in te vallen. Zijn verdiensten voor de kerk werden gewaardeerd met de benoeming tot ridder in de orde van St. Silvester. Het Nederlands Electronica en Radio Genootschap maakte hem, op zijn 75e verjaardag erelid, wat hem veel voldoenig gaf. (Hij was al sinds 1927 lid van het Genootschap !).

Zijn leven lang behield Weijers zijn breed interessegebied. Hij bezocht nog lang de uitvoeringen van het Brabants orkest, en enkele weken voor zijn dood hielp hij het plaatselijk zangkoor door transpositie van de muziek naar een voor de beschikbare krachten meer geschikte klankkleur. Bij een bijeenkomst van de Nat.Lab. gepensioneerden in 1978 was hij al voorbij zijn zilveren jubileum als gepensioneerde en nog vol levenslust.

Uit zijn huwelijk met mevrouw Weijers-Aengenent kwamen vijf zoons voort, en later tal van kleinkinderen en een achterkleinkind. Na haar overlijden huwde hij mevrouw Weijers-Lohman.

Met Weijers is een bijzonder bescheiden en sympathiek mens van ons heengegaan, die op vele wijzen het nederlands radioonderzoek heeft gediend, en overal vrienden achterliet.

F.L.H.M. Stumpers

SYSTEEMFUNKTIES IN DE AUTO VAN DE TOEKOMST

Prof. Ir. W.A. Koumans
hoogleraar Vervoerstechniek, Technische Hogeschool Eindhoven

SYSTEM FUNCTIONS IN FUTURE MOTORCARS

The author expects a tremendous increase in the use of (micro-)electronics in motorcars, but points out that these can only perform control functions and will therefore remain dependent on a multiplicity of sensors, scanning the available conditions, and actuators performing the given instructions.
Different classes of functions are described: signalling driving conditions like excessive speed, braking distance, obstacles entering the required free space in front of the car, danger of black ice or aquaplaning, or even road blockages on the intended route; signalling malfunctioning of the vehicle before danger arises; controlling critical functions like anti-skid braking systems, ignition and fuel metering control; and external control functions like influencing traffic signals or giving access to a buslane.
Finally the difficult conditions to which motorcar-electronics are subjected are indicated.

Bij het denken over elektronica in auto's is het wenselijk om na te gaan welke funkties in principe in een auto te vervullen kunnen zijn, zonder uit het oog te verliezen dat een microprocessor geen kleppen kan openen of sluiten, geen rempedaal kan indrukken en geen stuurwiel kan verdraaien. Evenmin kan hij de koelwatertemperatuur meten of rechtstreeks de onderdruk in het inlaatspruitstuk bepalen. Maar de microprocessor biedt tot nog toe ongekende mogelijkheden om de signalen van de waarnemingsposten die wij sensoren of opnemers noemen te verwerken en op basis daarvan de juiste (dat wil zeggen de door ons gewenste) besturingsimpulsen te geven aan de uitvoeringsorganen die wij tegenwoordig actuators noemen.

Deze uitgangssignalen van de microprocessor kunnen twee duidelijk te onderscheiden groepen funkties besturen en wel waarschuwings- of, algemener: signaleringsfunkties en bedieningsfunkties. Zo kan het boordsysteem van een met een naderingsradar uitgeruste auto met een knipperlicht, een zoemtoon en tenslotte een alarmsignaal waarschuwen dat een botsing onvermijdelijk is als de bestuurder nu niet gaat remmen, of het systeem kan zelf de remmen inschakelen. De keuze hangt meer af van de systeemkenmerken dan van de elektronische mogelijkheden.

Omstandigheden waaronder een autonoom bedienen van de rem nuttig is zijn gemakkelijk te bedenken (een in slaap gevallen bestuurder bijvoorbeeld); omstandigheden waaronder dit juist tot een ongeluk zou leiden evenzeer (reageren op een voor de auto invoegende inhaler of op een op het wegdek liggend bierblikje).

Het is de bedoeling in het volgende de mogelijke systeemfunkties - naar de twee hoofdgroepen ingedeeld - de revue te laten passeren zonder serieus op de systeemkenmerken in te gaan. De auteur heeft geenszins de pretentie, aan te kunnen geven langs welke weg de (micro-) elektronica de aangegeven funkties zou kunnen vervullen. Hij gaat er slechts van uit dat vrijwel niets meer onmogelijk is in het hier beschreven gebied en dat er binnenkort zelfs weinig meer buiten de grenzen van een commerciëel aanvaardbare kostprijs zal liggen, zeker bij produktie in massa of zeer grote serie. Daaronder kan men, sprekend over auto's, respektievelijk meer dan honderdduizend en tien- tot honderdduizend stuks per jaar verstaan.

Een nuttig motto bij deze beschouwing moge zijn de uitspraak van Ford Motor Co.'s H.C. Macdonald "Too much information is confusing, too little is frustrating".

De mogelijke signaleringsfunkties kunnen weer in twee groepen worden onderscheiden: signaleringsfunkties voor rijomstandigheden en konditiebewaking.

Reeds lang bestaande signaleringsfunkties voor rijomstandigheden (meestal langs mechanische of electrische weg verwezenlijkt) zijn

- snelheid
- gereden afstand
- gebruik groot licht
- gebruik veiligheidsriemen
- registratie rijtijd, gereden afstand en rijsnelheid.

Daar kunnen thans bijvoorbeeld bijkomen

- overschrijding van zelf ingestelde snelheidsgrenzen
- remafstand bij de rijsnelheid op dat moment en de wegkondities
- obstakels binnen die remafstand, die niet op konstante afstand blijven
- obstakels die wel op konstante afstand blijven maar dichterbij zijn dan de afstand, die bij die snelheid nodig is voor overbrugging van de schrikseconde en de vertraging waarmee de rem bediend wordt, plus het verschil in rijsnelheid doordat de voorligger

eerder remt
- waarschuwing voor snelheidskontrole
- brandstofverbruik bij die snelheid
- gemiddelde snelheid sinds vertrek of over de laatste x uur
- buitentemperatuur (kans op gladheid)
- dikte waterlaag op de weg (risico van aquaplaning)
- verandering barometerstand
- hoogtemeter
- waarschuwing voor files (via radio)
- hulp bij kiezen van een ontwijk-route.

Bestaande konditiebewakings-funkties zijn onder andere
- koelwatertemperatuur
- brandstofvoorraad
- toerenteller
- smeeroliedruk
- laadstroom of accuspanning
- luchtdruk (remlucht)

Met eenvoudige middelen is daaraan toe te voegen kontrole op grenswaarde-overschrijding van diverse funkties, zoals
- te hoge koelwatertemperatuur,
- te laag koelwaterniveau,
- te lage smeeroliedruk,
- te laag smeerolieniveau,
- te lage remluchtdruk,
- te laag remolieniveau,

in alle gevallen leidend tot de aanwijzing "direkt stoppen en in orde maken", of
- te lage laadstroom of accuspanning,
- te laag niveau accuzuur,
- te hoge temperatuur van accu door overlading,
- lampen die niet branden,
- te laag olieniveau in hydraulische koppeling,
- te weinig water in ruitesproeier,
- te hoge bandentemperatuur,
- versleten remblokjes of -voeringen,
- onjuiste klepspeling,
- te weinig koppeling-speling,

steeds leidend tot het advies "zo snel mogelijk in orde laten maken".

Doordat aanzienlijke rekenkundige bewerkingen binnen de mogelijkheden van microprocessoren liggen, waarna de resultaten vergeleken kunnen worden met in een geheugen opgeslagen voertuigkenmerken, kan een veel sneller reagerende vorm van konditiebewaking worden gerealiseerd. Deze reageert niet meer als de voorgeschreven grenswaarden voor de beschouwde funktie worden overschreden, maar als de funktie te snel verandert (ook zonder haar toelaatbare grenswaarden te bereiken).

Men kan daarbij denken aan abnormaal snel verlies van
- bandenspanning (via dynamisch gedrag van het wiel te berekenen)
- remolie of -lucht
- koelwater
- smeerolie
- accuzuur

of abnormaal snelle stijging van
- koelwatertemperatuur (daar kan een aanwijzing uit komen "terugschakelen bij bergklimmen")
- smeerolietemperatuur
- accutemperatuur
- bandentemperatuur

Eveneens kan op deze wijze worden aangegeven binnen welke afstand
- brandstof moet worden getankt bij deze snelheid
- olie ververst moet worden (bijvoorbeeld op grond van de zuurgraad)
- de ontsteking moet worden afgesteld
- de carburateur of het brandstofinspuitsysteem moet worden afgesteld
- kleppen moeten worden gesteld of geschuurd (een of meer cilinders bereiken te lage drukken)
- motorrevisie nodig wordt (te grote drukwisselingen in het carter door doorblazen langs versleten zuigers)
- verstuivers (inspuitstukken) nagezien moeten worden (één cilinder met afwijkende druk of temperatuur)
- banden vervangen moeten worden
- schokdempers vervangen moeten worden
- wielstanden moeten worden gekorrigeerd ("uitlijnen")
- speling in stuursysteem bijgesteld moet worden
- de koppeling moet worden gesteld
- de remmen moeten worden gesteld.

Ook hier is de verleiding weer groot, te eindigen met "enzovoort, enzovoort". Dat was bij de voorgaande groepenfunkties het geval en dat zal ook hierna zo blijven.

Ook de tweede hoofdgroep van systeemfunkties valt in tweeën uiteen: de bedieningsfunkties in het voertuig en de bedieningsfunkties naar buiten. Hier zal vrijwel steeds sprake zijn van het uitvoeren van min of meer uitgebreide rekenprogramma's op basis van de gemeten systeemwaarden. Een groot aantal mogelijkheden ligt voor de hand, zoals
- een niet blokkerend remsysteem
- straktrekken van veiligheidsriemen bij een snel naderend obstakel
- regeling van de ontsteking (voorontsteking, vonkvermogen) (ook interactief met het gasmengsel en eventuele uitlaatgasrecirculatie; dit voorkomt traag reageren van de motor)
  (ook: aanpassen aan lage- of hogesnelheidsdetonatie)
- aanpassing van het gasmengsel, door carburateur of brandstofinspuiting geproduceerd, aan

  + gevraagd vermogen (en verandering daarvan)
  + motortoerental (en verandering daarvan)
  + luchtdruk, -vochtigheid en -temperatuur
  + motortemperatuur
  + brandstofkwaliteit (bijvoorbeeld een snel veranderend alcoholgehalte in benzine door ontmenging)
- kleptiming
  + aanpassen, net als ontsteking en gasmengsel
  + bij laag gevraagd vermogen: maar een deel van de cilinders in bedrijf houden
- bediening van de motor als funktie van de bediening van het gaspedaal met de voet
  + "cruise control" (konstante snelheid aanhouden, zolang de bestuurder het rempedaal niet aanraakt)
  + anticiperen op een vrij wegvak, op obstakels
  + regelen voor zuinig rijden
- keuze juiste versnelling voor laagste brandstofverbruik zonder de motor te "wurgen"
- regeling van een hybride aandrijfsysteem
- automatisch in- en uitschakelen voertuigverlichting
- automatisch dimmen bij tegenliggers (ook voetgangers)
- automatische hoogte-instelling van de koplampen
- regeling van een aktief veersysteem
- hoogteregeling van een normaal veersysteem na ladingvariaties
- regeling van frequentie van ruitewissers en intervalschakeling
- zenderzoeksysteem voor autoradio
- centrale sluiting van ramen en deuren
- op diverse signalen reagerend diefstal-alarm.

Onder de mogelijke bedieningsfunkties naar buiten toe vallen

- inductieve beïnvloeding van verkeerslichten
- identificatie van kollektief vervoer ten behoeve van voorrangsregelingen of toegang tot gereserveerde banen.

Een mengvorm is de regeling van baan en snelheid van een voertuig in een geleid systeem met inductieve besturing van de weg uit, of een beïnvloeding van het wegdek uit van een teller in de auto bij het binnenrijden van een zone met verhoogde wegenbelasting (de in Engeland jaren geleden bestudeerde "road pricing").

Ook in dit vakgebied zijn ongewenste ontwikkelingen denkbaar. Technisch lijkt het mogelijk een systeem in te voeren waarmee voertuigen geïdentificeerd kunnen worden bij het passeren van bepaalde waarnemingsposten.

De auteur is van mening dat een dergelijke ontwikkeling verboden moet worden in een wet op de bescherming van de privacy, indien die er ooit komt.

Nabeschouwing.

Multiplexing (ietwat ontechnisch geformuleerd: het verzenden van signalen voor verschillende bestemmingen langs één alle bestemmingen aandoende "busline", gemoduleerd in een pulscode die hun bestemming aangeeft) kan een drastische vereenvoudiging van de bekabeling in voertuigen mogelijk maken, zodra de prijs van de centrale commandopost en de lokale verwerkingscentrales kleiner wordt dan de besparing die te bereiken is op de bekabeling.

Op wat langere termijn zal de verwerkingskapaciteit van microprocessoren waarschijnlijk zodanig toenemen door de "very large scale integration" dat "real time" besturing van vele funkties op basis van een groot aantal variabelen mogelijk wordt, de zogenaamde "adaptive control".

De besproken interne bedieningsfunkties kunnen dan worden aangepast aan bijvoorbeeld

- fabricage-toleranties
- kwaliteitsverandering van de brandstof, zoals reeds genoemd bij de bedieningsfunkties
- weersomstandigheden
- slijtage, motorvervuiling
- enzovoort,

maar men kan ook denken aan een "ingebouwde slipkursus": aanpassing van de stuurhoek van de voorwielen en aanpassing van de rem- of aandrijfkrachten aan de door de bestuurder gevraagde baan-korrektie en de momentane wrijvingskoëfficiënt van de banden op het wegdek.

Evenals bij de regeling van baan en snelheid van het wegdek uit moet bij falen van het systeem sturen, gasgeven en remmen door de bestuurder mogelijk blijven, juist zoals dit thans geëist wordt bij stuur- en rembekrachtiging.

Het spreekt vanzelf dat een overzicht van voor elektronische besturing in aanmerking komende of daardoor pas mogelijk wordende systeemfunkties, zoals hier heel globaal is gegeven, niet volledig kan zijn. Wie dit over tien jaar zou herlezen, zou ongetwijfeld zeggen "wat kortzichtig dat ze toen niet gedacht hebben aan ... (volgt iets dat dan algemeen gangbaar is)".

Anderzijds is het bovenstaande het resultaat van enig nadenken van een auteur die zichzelf in dit gebied een belangstellende leek weet. Kontrole achteraf toonde aan dat er sinds de verschijning van twee artikelen van ir. J.J. Derksen: "Bijpraten over auto's" ("de Ingenieur" 90 no. 8, 1978 02 23 en 9, 1978 03 02) nu ook weer niet zó veel nieuws naar voren was gekomen.

Van de beschreven mogelijkheden is zowel in Europa als in de Verenigde Staten van Amerika en Japan al veel gerealiseerd; wellicht draagt de studiedag "Automobielelektronica" op 23 oktober 1979 bij tot het opvullen van resterende witte vlekken.

Een ding mag daarbij zeker niet uit het oog worden verloren: elektronica aan boord van een auto moet werken onder uitzonderlijk moeilijke omstandigheden.

Iets dat voor de ruimtevaart ruimschoots betrouwbaar genoeg is kan onder de werkomstandigheden van een auto (bombardement met zand en stenen, afgewisseld met zout water en brokken ijs, in aanwezigheid van zure vloeistoffen zoals de kondens van uitlaatgas en metalen die hoog in de spanningsreeks zitten dus een sterke elektrolytische aantasting veroorzaken) na korte tijd de geest geven of periodiek minder aanspreekbaar zijn voor de binnenkomende stuursignalen.

Bij een auto kost dat al gauw mensenlevens.

Voordracht gehouden op 23 oktober 1979 in de HTS te Apeldoorn, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 282), de Benelux Section IEEE en de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI.

WERELD ADMINISTRATIEVE RADIO CONFERENTIE (WARC) 1979

Communiqué na afloop uitgegeven
door de Nederlandse delegatie

Op donderdag, 6 december 1979 's avonds om 7.00 uur werd te Geneve een nieuw radioreglement ondertekend. Dit document van 1600 bladzijden is het resultaat van een conferentie die ruim 10 weken heeft geduurd en bijgewoond werd door 2000 delegatieleden uit 154 landen.

Doel

Het doel van de conferentie was het bestemmen van delen van de gehele bruikbare radioband (9 kHz tot 275 GHz) voor toepassing zoals radioomroep, t.v. omroep, mobiele radio (land, maritiem en luchtvaart), radio plaatsbepaling, vaste verbindingen, verbindingen via satellieten, radio astronomie en de banden voor radiozendamateurs.

Het toewijzen van frequenties binnen deze banden aan bepaalde landen was niet aan de orde, dit zal later gebeuren in zgn. planningsconferenties die veel beperkter van opzet kunnen zijn.

Sfeer

Hoewel voor de landen vaak grote politieke of economische belangen op het spel stonden en deze belangen soms botsten met belangen van andere landen, bestond tijdens de conferentie toch een duidelijke wil om tot overeenstemming in de een of andere vorm te komen. De ruimte in de aether is immers beperkt, radiogolven houden niet bij de landsgrenzen op en om onderlinge storing te vermijden is men wel gedwongen het radiogebruik te reglementeren.

Verloop

De conferentie behoort tot het terrein van de Internationale Telecommunicatie Unie (ITU), die een van de gespecialiseerde organisaties van de Verenigde Naties is. Zoals bekend hebben de ontwikkelingslanden hierin een groot stemoverwicht op de ontwikkelde landen. De ontwikkelingslanden hebben hiervan wel gebruik gemaakt om hun positie te verbeteren, hetgeen o.m. tot uitdrukking kwam door het claimen van invloedrijke posten in conferentie werkgroepen e.e.a. is begrijpelijk omdat de oude regelingen voor hen niet erg gunstig waren. Uiteraard was het besturen van een dergelijke grote en gecompliceerde conferentie, waar 3 ton papier per dag werd verwerkt, een zware opgave. De na veel geharrewar benoemde argentijnse voorzitter heeft het dan ook niet gemakkelijk gehad. Veel tijd werd verloren aan niet-technische vraagstukken zoals de radio roepletters van Noord- en Zuid Korea, de voorwaarden die landen aan de evenaar willen stellen aan het gebruik van satellieten boven hun grondgebied, of aan politieke tegenstellingen tussen lidstaten, bijv. Het midden-oosten betreffend.

Verder bleek dat de kennis van de gebruikelijke conferentieregels en soms ook van het radioreglement bij een aantal deelnemers onvoldoende was, waardoor voortdurend competentie en procedure-vraagstukken ontstonden.

Het stemt tot voldoening dat de nederlandse delegatie regelmatig met goed gevolg heeft kunnen bemiddelen, met name bij tegenstellingen tussen ontwikkelingslanden en meer geavanceerde staten.

Resultaat

De in het radioreglement voorkomende tabel, waarin de frequentiebanden van 9 kHz tot 275 GHz aan de verschillende toepassingen zijn toebedeeld, is herzien. Zoals gezegd zijn de ontwikkelingslanden er op vooruitgegaan. De mogelijkheid dat de door hen gewenste frequenties t.z.t. worden toegewezen is duidelijk toegenomen. De ontwikkelde landen vrezen daarentegen dat een aantal van hun wensen voor nieuwe frequenties niet gehonoreerd zal kunnen worden of zelfs dat zij frequenties zullen moeten afstaan.

Voor allen geldt echter dat een eerste nog nader uit te werken stap is gezet om een beter evenwicht te krijgen tussen gewenste toepassingen en mogelijkheden van de radiofrequenties.

Voorts zijn de technische regels verfijnd die het ongestoord gebruik van eenmaal toegewezen frequenties moeten garanderen. Ook procedureel is er nogal wat veranderd. Voorheen gold: wie het eerst komt, het eerst maalt. Als gevolg daarvan is een groot deel van de radiofrequenties toegewezen aan landen waarin de toepassing van radio al vroeg was begonnen.

Deze frequenties waren voor landen die later kwamen geblokkeerd.

Afgesproken is nu dat een frequentie kan worden aangevraagd ook al is deze reeds aan een ander land toegewezen. De internationale raad voor frequentieregistratie (IFRB) zal in zo'n geval nagaan of dit andere land de gevraagde frequentie kan afstaan. Deze nieuwe procedure is vooral van belang voor de ontwikkelingslanden. De praktijk zal moeten leren in hoeverre deze regel in het nadeel van de ontwikkelde landen zal uitwerken.

Technische vernieuwingen

Behalve door een goede coördinatie bij de toewijzing van frequenties kunnen de mogelijkheden voor de radio ook worden uitgebreid door het toepassen van nieuwe, bandbreedte besparende technieken. Enkele van de nederlandse voorstellen gingen in die richting, bijv. enkelzijband radio en een nieuw TV systeem voor de jaren 2000. Helaas was de belangstelling voor deze nieuwe technieken niet wat de nederlandse delegatie ervan gehoopt had. De ontwikkelde landen waren verdeeld over de technische oplossingen en de wijze van invoering. De ontwikkelingslanden wilden liever wachten totdat zij zelf de know-how zouden hebben opgebouwd om deze nieuwe technieken te kunnen beheersen. Zij vreesden ook financiële consequenties voor de bestaande apparatuur in de oude techniek. Op wat langere termijn gezien zal echter de invoering van frequentiebesparende technieken onvermijdelijk zijn. Het valt daarom te betreuren dat de conferentie weinig geneigd bleek lange termijn problematieken te bespreken. Meer succes boekte de nederlandse delegatie op andere terreinen.

Zo hebben haar voorstellen voor de opstraling naar omroepsatellieten de aanzet gegeven voor de oplossing van dit probleem waarover binnen de conferentie grote verdeeldheid bestond.

Ook voor de radio-astronomie is de nederlandse delegatie met succes als pleitbezorger opgetreden. De ontvangst van radiosignalen uit het heelal kan namelijk gemakkelijk worden gestoord door aardse zenders. In het nieuwe radioreglement is nu een afzonderlijk hoofdstuk aan de bescherming van radioastronomie gewijd.

Betekenis

De betekenenis van deze conferentie kan moeilijk worden overschat. Er is een regeling tot stand gekomen waarin - zij het met veel uitzonderingen en reserves - vrijwel alle landen van de wereld zich verbinden voor een bepaald gebruik van het radiospectrum. Dit geeft een basis voor het toewijzingsbeleid voor de komende 20 jaar. Ondanks de grote verscheidenheid van de deelnemende landen uit een oogpunt van technische know-how, industriële ontwikkeling, demografische omstandigheden enz., is een resultaat bereikt waar geen enkel land als winnaar, maar ook niet als verliezer is uitgekomen. Het begrip voor de belangen en standpunten van andere landen is in deze lange conferentie gegroeid. Dat kan een positieve invloed hebben bij de verdere uitwerking en de praktische toepassing van het nieuwe radioreglement. Evenals van de Union Postale Universelle (UPU) kan van de Internationale Telecommunicatie Unie (ITU) worden gezegd dat zij zich manifesteert als een wereldorganisatie waarin concrete resultaten van wereldwijd belang worden bereikt.

EEN TWEEDE GENERATIE KLEUREN T.V. KAMERA VOOR ELECTRONIC NEWSGATHERING (ENG) EN ELECTRONIC FIELD PRODUCTION (EFP)

Ing. F.L. Stok
Ontwikkeling Professional Video Equipment ELA
PHILIPS Breda

A second generation colour t.v. camera for ENG/EFP operation. The continuing interest of the broadcasting organisations in ENG/EFP, in spite of the initial low quality level of the first generation camera systems, as well as the ever greater technical achievements and possibilities are discussed together with some other particular aspects.

Algemeen

De overwegingen welke aan het ontwerpen van een dergelijk kamerasysteem ten grondslag liggen, vormen samen met enige speciale aspekten de belangrijkste punten welke hier behandeld zullen worden.

Introduktie

De beginfase van de ENG (Electronische Nieuws Garing) periode heeft zich gekenmerkt door een stormachtige ontwikkeling van draagbare kleurenkamera's van allerlei vorm en opbouw, welke vaak de naam "professioneel" niet konden waarmaken.
De fabrikanten, hierin aangemoedigd door enige grote omroepen in de USA, hebben zich laten meesleuren in een miniaturisatiedrift waarbij de beeldkwaliteit niet meer op de eerste plaats kwam.
In de USA, met 24 uur TV-uitzendingen per etmaal, door veel kommerciele stations, was het brengen van het "heetste nieuws" een zaak van levensbelang, "wie als 2e komt brengt geen nieuws maar schrijft geschiedenis".
Wil de de ENG zich kunnen waarmaken in de konkurrentiestrijd met de film, dan moet primair aan één voorwaarde voldaan zijn; de hele ENG-installatie, kamera's, zenders, recorders en verdere accessoires moeten klein, licht en gemakkelijk hanteerbaar zijn.
Een grote reeks fabrikanten hebben zich met meer of minder succes in deze rage gestort. De benodigde elektronika, aanvankelijk vaak over 2 of meer packs verdeeld, werd meer en meer gekomprimeerd.
De gekomprimeerde ENG kamera werd, nog meer als haar grote broers, het resultaat van een grote reeks kompromissen, wat voor de gebruiker vaak tot kompromitterende beeldkwaliteit aanleiding gaf.
De Europese omroepen hebben zich, in het algemeen meer kwaliteitsbewust, niet zo onbezonnen in dit avontuur gestort, maar hebben op kleinere schaal kennisgenomen van -en geexperimenteerd met- dit nieuwe medium.
De operationele mogelijkheden bleken ook hier grote aantrekkingskracht uit te oefenen.
De mogelijkheid om met kleine en zeer kleine reportage-eenheden te kunnen opereren, en "live" uitzendingen te verzorgen vanuit plaatsen waar de grote reportagetrein niet kon komen, of door zijn opdringerige afmetingen het risiko liep het nieuws te verdringen, was belangrijk.
Maar ook andere voordelen werden ontdekt:
De redaktie van de aktualiteitenrubriek kreeg meer tijd voor editing, wachten op ontwikkelcentrale en koeriers behoefde niet meer; de mogelijkheid om tijdens een uitzending nog "live" reakties van een deskundige op het laatste nieuws uit te zenden enz. hebben de belangstelling voor ENG ondanks de aanvankelijke kwaliteitsproblemen niet doen verflauwen.
Dankzij deze belangstelling, de toegenomen operationele ervaring en de voortschrijdende technische mogelijkheden leek het verantwoord het ontwerpen van een 2e generatie kamera te overwegen, waarin naast de primaire operationele eisen ook weer ruimte zou zijn voor kwaliteit.
Een belangrijke nevenontwikkeling van het ENG gebeuren is dat als zo'n kamera beeldkwaliteiten heeft welke die van studio- of O.B.-kamera's benaderen of evenaren, deze kamera ook voor andere dan pure nieuwsgaringsaktiviteiten gebruikt zal worden.
Bv. sportevenementen, dokumentaires, drama op lokatie, gebruik voor moeilijk bereikbare scenes in theater of studio e.d. .
Dit E.F.P. gebruik stelt aan de kamera's nog enkele andere eisen, aangezien zij dan in een systeem met meerdere kamera's samen zullen werken.
In de eerste plaats vereist dit de mogelijkheid tot synchroniseren en timen, maar al spoedig duikt dan de vraag naar afstandsbediening door de videotechnicus op, voor exacte kleurmatching en uitsturing. De grens tussen ENG en EFP is niet scherp te trekken, ENG wordt niet alleen vanaf de schouder bedreven, maar zal afhankelijk van de mogelijkheden ook vanaf statief, met grotere lenzen en viewfinders, en netgevoed voor een onbegrensde operationele tijd, gebeuren.
Van daar naar een afstandbediende toepassing, met uiteindelijk triax mogelijkheid, is dan niet ver meer.

Aangezien deze meervoudige inzetbaarheid van de kamera ook voor de gebruiker ekonomische en praktische voordelen biedt, zoals minder opleiding en scholing voor kameralieden en onderhoudstechnici, beperkter voorraad reserveonderdelen en modules, naast de reeds genoemde operationele flexibiliteit, leek het belangrijk beide toepassingsgebieden van de aanvang af in het ontwerp te betrekken.
Er zal wel voor gewaakt moeten worden geen kreupel schaap met 5 poten te verwekken.

Technische mogelijkheden om tot een geschetst kamera systeem te komen

Een aantal nieuwe technische mogelijkheden stonden ons voor de realisering van de kamera voor ogen, zoals: miniatuur komponenten zijn beschikbaar en economisch verantwoord toe te passen, evenals een verfijnde spuitgiettechniek in magnesium, nieuwe LSI schakelingen, kleine opnamebuizen met hoge kwaliteit, en energiebesparende komponenten. Ook de toegenomen operationele ervaring bood nieuwe mogelijkheden.
Theoretisch zou het mogelijk zijn de kamera's te bouwen met gebruikmaking van alle meest geavanceerde technieken en technologieën. Praktisch zal, zoals hierna nog duidelijker benadrukt wordt, gebruik gemaakt worden van nieuwe technieken welke ook voor de seriegrootte van deze kamera nog ekonomisch verantwoord zijn.
Binnen de begrenzingen van dit raamwerk bleken een reeks technische vooruitgangen te vallen zoals:
Het beschikbaar komen van standaard IC's, transistoren en diodes in miniatuuromhulling, Fig. 1ª. Zoals bv. het TCA 240., een h.f. modulator IC, wat zich samen met 2 transistoren en enkele weerstanden tot twee low-power video operationele versterkers laat bouwen, Fig. 1ᵇ.(Opgenomen vermogen ca. 50mW.)

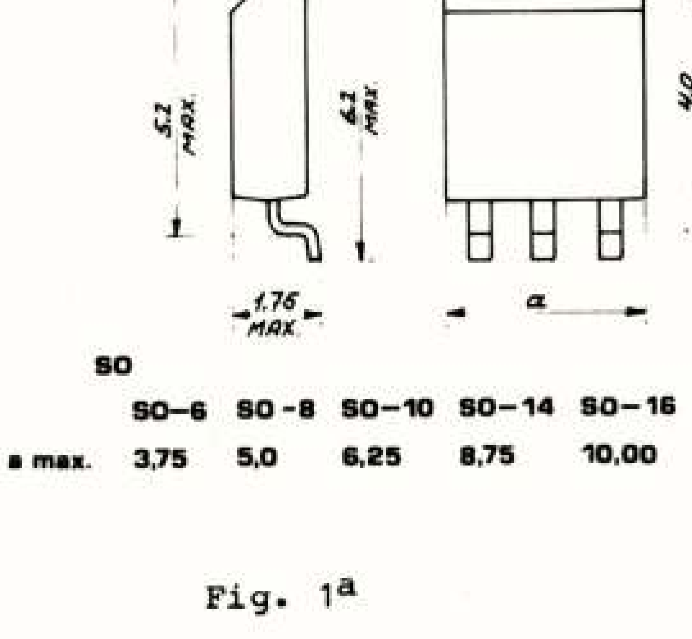


Fig. 1ª

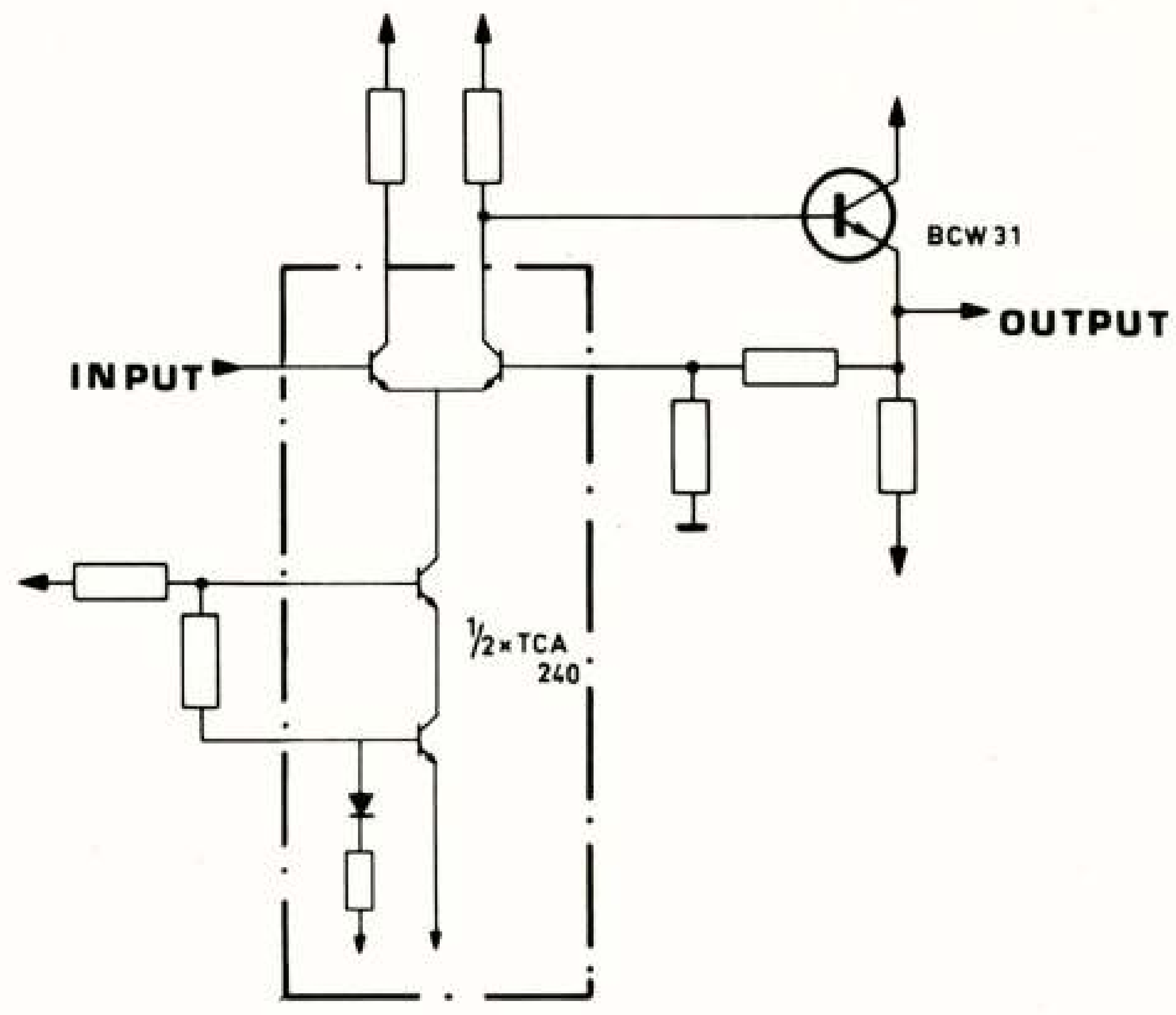


Fig. 1ᵇ

Een dergelijk bouwblok, wat gemakkelijk als inverterende of niet-inverterende versterker ingericht kan worden, wordt vele malen toegepast in de videoprocessing en biedt de mogelijkheid, uiterst simpele, maar toch betrouwbare en stabiele, D.C. gekoppelde video versterkers samen te stellen.
Verder kwam de TDA 1034, een low noise audio versterker, in deze omhulling beschikbaar wat o.a. in de deflektie circuits het bouwen van elektronische rotatie mogelijk maakte.
Dit had op zichzelf konsekwenties voor de konstruktie van de deflektie spoel ophanging; deze behoefde nu niet meer de komplexe, en relatief zware, mechanische rotatie instelling te hebben.
Tenslotte kwam ook de gehele reeks LOCMOS IC's in deze behuizing beschikbaar, wat voor het ontwerpen van alle logika schakelingen waaronder bv. de colourbar generator en de digitaal gestuurde afstandsbediening om twee redenen erg welkom was:

- vrijwel geen energieverbruik
- minimale afmetingen

Naast het beschikbaar komen van deze komponenten hebben wij een techniek ontwikkeld om een prent in 2 fasen te voorzien van zijn komponenten. Dat wil zeggen, het werd mogelijk in een goed beheersbaar proces zowel miniatuur als standaard komponenten op één prent aan te brengen en automatisch te solderen.
Bij de eerste fase worden de zogenaamde komponenten voor gatloze montage (de miniatuur komponenten) aangebracht en in een golfsoldeermachine door middel van een oliegolf van onder verhit en op de bovenzijde van de prentplaat

gesoldeerd, waarna in de tweede fase de resterende komponenten ingestoken en via de golfsoldeermachine bevestigd worden.
Een belangrijke komponent moet nog vermeld worden, de 2H glazen vertragingslijn in één behuizing, nodig voor een professionele contour corrector, heeft een reduktie in physieke afmetingen ondergaan van minstens 12dB zonder hiervoor ook maar 1dB aan performance prijs te geven.
Tenslotte mogen enkele speciale LSI circuits niet onvermeld blijven, zoals de OQ 5501 en OQ 5502; universele synch. generator IC's voor zowel PAL als NTSC; naast de UAD 1020 welke grote mogelijkheden biedt voor de automatische afregelingen van de kamera.
Al deze elektronische vooruitgangen zouden niet voldoende zijn als ook het 2/3" Plumbicon* niet op een reeks punten verbeterd was, waaronder enkele zeer belangrijke, zoals verbeterde registratie eigenschappen, verhoogde scherpte door toepassing van fijner gaas en ook aanzienlijk verminderde flare.
Ook mechanisch konstruktief zijn de toepassing van spuitgietmagnesium in diktes kleiner dan 2 mm een belangrijk gegeven. Dit is mogelijk dankzij een hierop gespecialiseerde fabriek in Duitsland, welke hier een stuk vakmanschap toont wat niet door velen te evenaren is. In eigen huis is een dieptrektechniek ontwikkeld, welke het mogelijk maakte de µ-metalen afschermbus van de deflektie units zo nauwkeurig te fabriceren, dat geen speciaal gekalibreerde extra lager bus noodzakelijk bleek, één van de redenen waardoor het totaal gewicht van één spoel unit beneden de 230 gram bleef zonder kwaliteitsconcessies. Ook een slijtvaste titanium lensbajonet van laag gewicht werd o.a. mogelijk, dankzij ervaringen met dit materiaal in eigen huis bij de konstruktie van nabranders van straaljagers.
Al deze nieuwe technische mogelijkheden, gekombineerd met de ervaringen opgedaan bij de ontwikkeling van professionele studiokamera's leken voldoende voorwaarden om de ontwikkeling van deze kamera technisch de beste kans van slagen te geven.

Welke aspekten kwamen bij de ontwikkeling van deze kamera speciaal naar voren

Aan het ontwerpen werden enige nieuwe dimensies toegevoegd, nl. die van power konsumptie, afmetingen en gewicht.
Primaire eis was, zoals al eerder genoemd, klein en licht maar ook het opgenomen vermogen laat zich in kg per uur batterij bedrijf uitdrukken, zodat reduktie van het vermogen een wezenlijk onderdeel van het ontwerp was. Verder zal bij afnemende afmetingen ook het maximum te dissiperen vermogen moeten afnemen om de Δt in de kamera niet boven toegestane waarden te doen stijgen.
De aanvang van de ontwikkeling heeft zich dan ook gekenmerkt door het maken van uitgebreide analyses van te verwachten prentoppervlakken en powerkonsumpties van elk van de benodigde funkties.
De resulterende tabellen gestoeld op detail waarnemingen hebben in een vroeg stadium een goed inzicht gegeven van wat uiteindelijk te bereiken zou zijn. Het nuttig effekt hiervan was tweeledig, niet alléén als goede schatting vooraf, maar tijdens de ontwikkeling bleek zo'n tabel ook taakstellend te zijn, daar waar anders mogelijke ontsporingen zouden zijn opgetreden.
Een nieuw meetinstrument deed zijn intrede in het ontwikkelingslaboratorium; naast de veel gebruikte oscilloscoop en universeelmeter werd nu ook de brievenweegschaal een "gewichtig" instrument.
Het uiteindelijk resultaat was, dat de geschatte gewichten en power konsumpties, 5 kg en 26 Watt, binnen een tolerantie van 10% werden waargemaakt. Interessant gegeven was dat powerbesparingen mogelijk bleken, ondanks het feit dat wij uitgingen van alle ook voor studio kamera's vereiste circuits, door uiterst zorgvuldig iedere milliampère op zijn noodzaak af te wegen, door voedingsspanningen niet hoger te kiezen dan strikt noodzakelijk, videosignalen binnen de kamera niet telkens met 75 Ohm af te sluiten, toepassen van pulsbreedte geregelde voedingsunits i.p.v. serie regulatoren en verder nog aan de voedingsspanning aangepaste impedanties van de deflektie units.
Het toepassen van het z.g. inside-out principe voor de deflektie unit, waarbij de focusseerspoel het dichtst bij de buis ligt met de afbuigspoelen daaromheen, hebben tot volume en powerreduktie geleid, in vergelijking met de huidige techniek.
De vraag, of 2/3" Plumbicons in staat zijn studio kwaliteit beelden te leveren, zal nog niet door iedereen volmondig toegegeven worden, maar de vraag, of het in de huiskamer mogelijk is kwalitatief onderscheid te maken tussen beelden gemaakt met een goede 2^{e} generatie ENG/EFP kamera (met 2/3" buizen) of een studiokamera, zal vrijwel altijd negatief beantwoord worden. Voorwaarde hiervoor is wel dat optimaal gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden van de XQ 1427. (2/3" Plumbicon). Dit houdt o.a. in, gebruik bij maximale gaasspanning, wat t.o.v. de minimum toegestane spanning, resulteert in een relatieve verhoging van de modulatie diepte bij 4MHz van ca. 10%, terwijl ook de registratie eigenschappen hierdoor verbeteren. Op dit punt mag dus niet op power bespaard worden. De bekende methode om spoelentriplets per komputer op registratie te laten selekteren, wordt ook toegepast, terwijl biaslight met daarvoor benodigde shading korrektie signalen (in zwart zowel als wit) voor verdere beeld optimalisering zorgdragen.
Ook biedt de toepassing van "dynamic beam control" de mo-

* Geregistreerd Handelsmerk voor TV kamera buizen.

gelijkheden om "highlights" te hanteren zonder in de donkere partijen de scherpte aan te tasten.

Over de vraag naar de gevoeligheid van kamera's met 2/3" (18 mm) buizen, kan het volgende gezegd worden, volgens de Plumbicon specifikatie geldt voor alle buizen, onafhankelijk van het beeldformaat, een konstante gevoeligheid in (µA/lm). Voor een bepaalde scene wordt de bruikbare lichtstroom door de grootte van de intree pupil van het objektief bepaald. Het objektief moet zo gedimensioneerd zijn dat deze lichtstroom volledig op de fotogevoelige laag valt.

Dit verschijnsel is bekend onder de naam "brandpuntsafstand". Voor eenkleiner beeldformaat is een kortere brandpuntsafstand nodig om dezelfde scene af te beelden. Voor 3 verschillende buisformaten bestaat de volgende relatie tussen brandpuntsafstand en de relatieve opening, bij gelijke afmeting van de intreepupil. (Fig.2)

PLUMBICON DIAMETER mm	IMAGE DIAGONAL mm	EQUIV.FOC. LENGHT mm	EQUIV. RELATIVE APERTURE
30	21	21	f/2.1
25	16	16	f/1.6
18	11	11	f/1.1

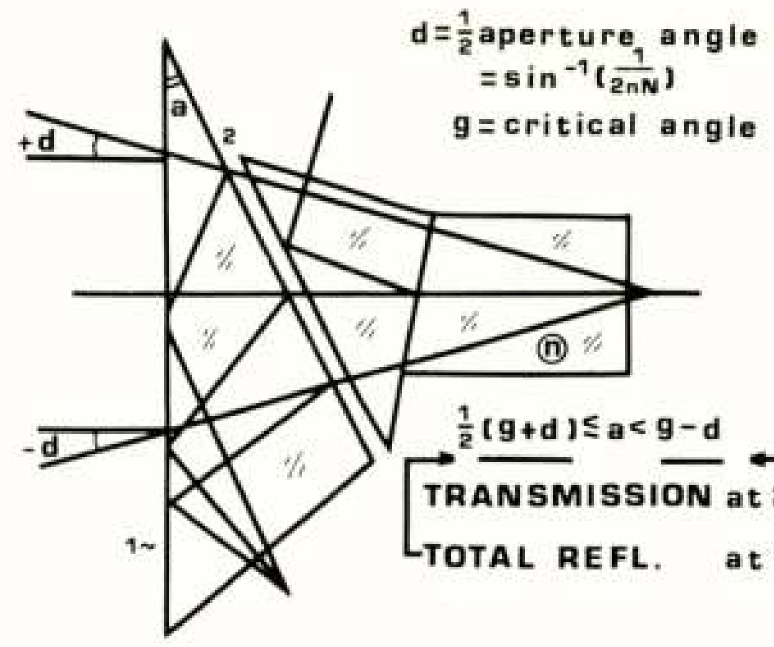
RELATION BETWEEN OPTICAL PARAMETERS FOR DIFFERENT IMAGE SIZES AND EQUAL SENSITIVITY.

Fig. 2

Als bv. een 30 mm Plumbicon met een beelddiagonaal van 21 mm gebruikt wordt met een lens met 21 mm brandpuntsafstand en een relatieve opening f/2.1, dan kunnen dezelfde resultaten bereikt worden met een lens met 16 mm brandpuntsafstand bij een opening f/1.6 op een 1" Plumbicon met een beelddiag. van 16 mm, of met een brandpuntsafstand van 11 mm, opening f/1.1 op een 2/3" Plumbicon met een beelddiagonaal van 11 mm.

Deze lenzen met gelijkwaardige brandpuntsafstanden en relatieve openingen vertonen operationeel gelijke eigenschappen zoals bv. diepte scherpte.

Lenzen met bovengenoemde relatieve openingen zijn weliswaar realiseerbaar, maar het tegenwoordig algemeen geliefde en gebruikte 3-delige prisma kleursplitsingssysteem beperkt de maximum bruikbare opening op f/1.4. Fig. 3 zal dit verduidelijken:



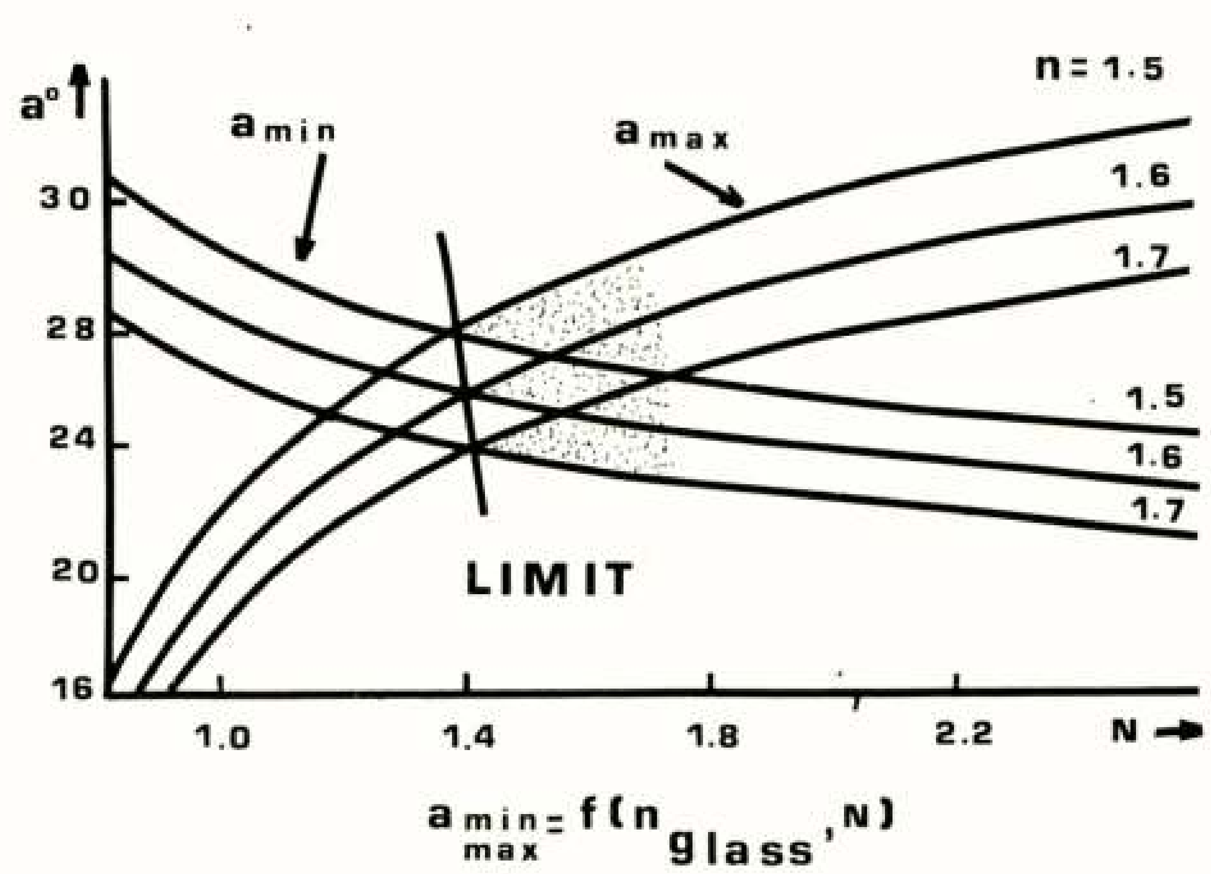
SPLITTER LIMITS

Fig. 3

De binnenkomende lichtbundel, tussen de openingshoeken +d en -d, moet bij het vlak 2 gedeeltelijk in de luchtspleet doorgelaten en op vlak 1 totaal gereflekteerd worden. Deze 2 eisen begrenzen de bruikbare grootte vande tophoek a van het eerste prismadeel.

Voor de gedeeltelijke transmissie geldt de betrekking $a < g-d$, waarbij g de grenshoek van totale reflektie is. Voor de totale reflektie op vlak 1 geldt dat $1/2(g+d) \leq a$ moet zijn, deze 2 eisen zijn in Fig. 4 grafisch voorgesteld. De max.- en min.- hoeken voor a zijn gegeven als funktie van het diafragma getal N voor 3 verschillende brekingsindices "n" van het prisma glas.

Men ziet uit deze figuur dat de scherpe hoek a en het diafragma getal N slechts voor diafragma getallen groter dan 1.4 bruikbaar zijn. Deze max. opening verandert slechts weinig voor de verschillende brekingsindices. De hier bepaalde max. opening, bepaald door het kleurscheidingssysteem, is formaat onafhankelijk, zodat de max. bruikbare relatieve opening voor alle kleuren kamera's met het 3-delige prisma op f/1.4 begrensd is.



PRISM ANGLE CONSTRAINTS

Fig.4

Voor kleurenkamera volgt hieruit dat, onder vergelijkbare omstandigheden, de signaalstroom van de 18 mm buis bij max. opening f/1.4 gelijk is aan die van een 25 mm buis met opening f/2. of die van een 30 mm buis bij f/2.8.

Het toepassingsgebied van deze kamera vraagt een betrouwbaar robuust produkt. De opbouw zal zo moeten zijn, dat de kamera in gesloten toestand tegen ruw bedrijf bestand is, terwijl aan de andere kant de modules zo uitgevoerd zijn, dat ze buiten de kamera wel enige bescherming behoeven.

Voor wat de opbouw van de kamera betreft moest er naar gestreefd worden de kamera, zo nodig, toch eenvoudig te kunnen servicen.

De toegepaste moduletechniek is hiervan één voorbeeld, maar ook de bereikbaarheid van filterwiel, prisma en buizen heeft grote aandacht gekregen.

Het merendeel van de modules is ondergebracht in het opklapbare achterkompartiment o.a. om redenen van warmtehuishouding.

Zoals bekend is de opnamebuis nog altijd de komponent met de laagst toegestane max. temperatuur; waarbij het plumbicon nog als meest gunstige naar voren treedt, want ondanks zijn officieel toegestane maximale temperatuur van 50°C treedt, zoals uitgebreide metingen aangetoond hebben, zelfs bij langdurig gebruik bij 60°C geen blijvende degradatie van de laag op. Toch hebben wij gemeend de dissipatie zo veel mogelijk in het thermisch gescheiden achterkompartiment te moeten koncentreren, zodat ook andere opnamebuizen met bv. op selenium gebaseerde lagen toegepast kunnen worden.

De integratiegraad

Een dergelijk kamera systeem zou zonder toepassing van veel IC's niet mogelijk zijn. Dus spitst de vraag zich meer toe op het feit, of grootschalige integratie, of toepassing van dikke of dunne film circuits nog tot een technisch en ekonomisch beter verantwoord ontwerp zou leiden.

Ter illustratie van dit aspekt hebben wij één unit tot voorbeeld gekozen: de Synch/Encoder unit. (Zie Fig. 5)

Als basis voor de vergelijking, situatie A, werd deze unit gebouwd op een prent met konventionele komponenten in een dichte lay-out. Dit is een techniek als tot nu toe toegepast in onze studiokamera's.

Situatie B: hier wordt gebruik gemaakt van zoveel mogelijk miniatuurkomponenten en dichte prent lay-out.

Situatie C: zelfde schakeling in dunne of dikke filmtechniek aan gebracht op een prent in konventionele layout.

Tenslotte situatie D: naast de reeds gebruikte L.S.I. chips, het toepassen van nog 4 speciaal te ontwerpen IC's samen met resterende onderdelen op prent in konventionele lay-out.

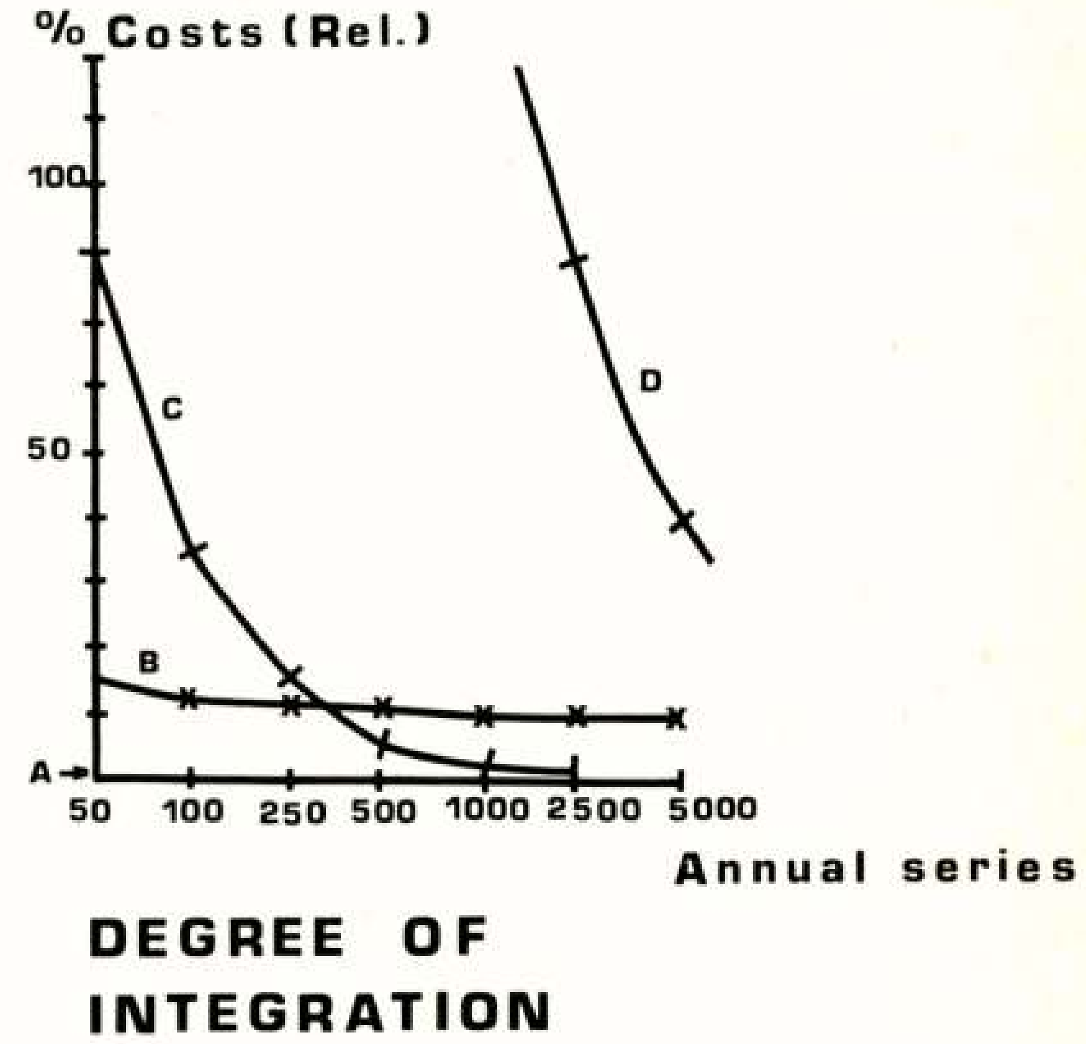


Fig. 5

Toepassing B en C blijken t.o.v. A een oppervlakte reduktie van 30% te geven, terwijl de situatie met LSI een reduktie van 50% in oppervlak geeft. De kosten als funktie van de jaarseriegrootte zijn in een grafiek uitgezet.

Het is al snel duidelijk dat LSI, tenzij ook toegepast in andere apparaten, dus met grotere series niet toepasbaar is. Zelfs bij jaarseries van ca. 1500 ligt de prijs nog 100% boven onze referentie.

Methode B en C ontlopen elkaar, rond een jaarserie van 250 qua kosten, niet veel, zodat wij methode B, de miniatuurkomponenten op prent, gekozen hebben; deze biedt een grotere flexibiliteit bij het ontwerp, terwijl de reparatie mogelijkheden groter en de kosten dus lager zijn. Ook het op voorraad houden van standaard miniatuurkomponenten is veel voordeliger als speciale IC's of dikke/dunne film circuits.

De interkonnekties binnen de kamera zijn ook op grond van bovenstaande overwegingen bekeken, waarbij de volgende konklusies getrokken zijn:

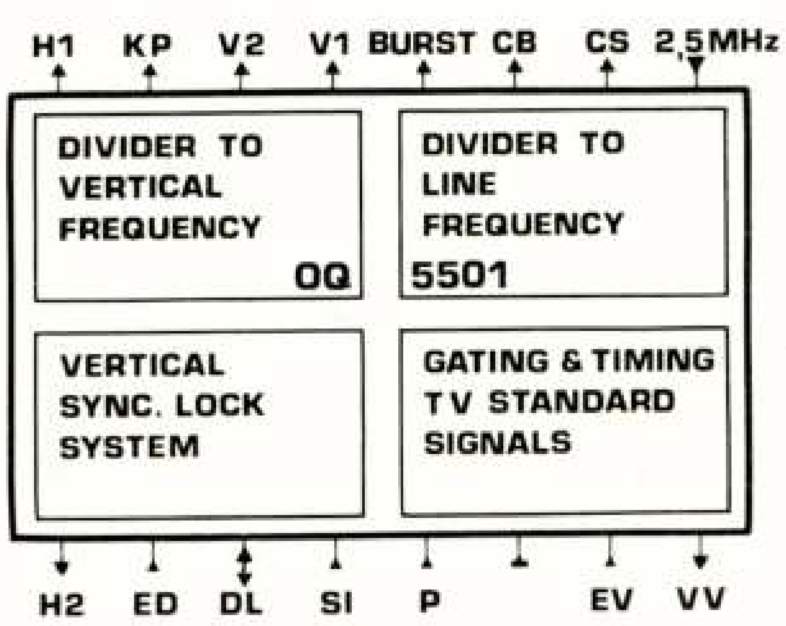
Het toepassen van 1.5 à 2x grotere prentkaarten als de tot nu toe gebruikelijke (180 cm^2 tegen 100 cm^2), biedt bij de techniek volgens B de mogelijkheid tot het bouwen van goed overzichtelijke funktionele units met tegelijkertijd een belangrijke reduktie aan interkonnekties en stekers.

Het invoeren van flatcable met de nieuwe z.g. "piercing" konnektoren leverde nog een belangrijke arbeidsbesparende faktor bij de fabrikage, zodat naast de toegenomen kosten door miniaturisatie ook een belangrijke kosten reduktie door bovengenoemde opbouw te realiseren viel.

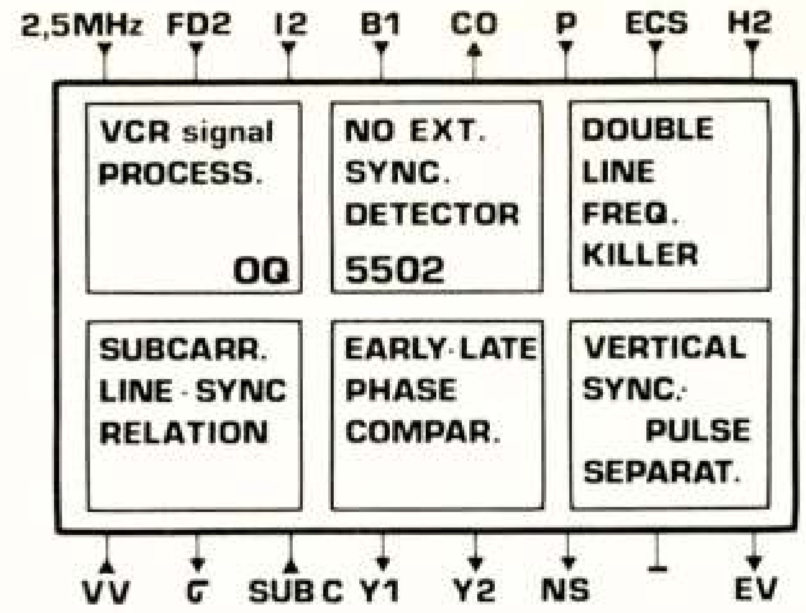
Tenslotte de keus van het kamerahuis, zoals reeds genoemd is dit uitgevoerd in magnesium spuitgiet techniek. Een techniek in eerste aanleg geschikt voor massafabrikage. Door zorgvuldig ontwerpen in relatief eenvoudige vormen, en in een minimum aantal onderdelen bleek het mogelijk de investering in matrijskosten op een laag niveau te kunnen houden. Belangrijk hierbij is ook dat vorm en afmetingen tijdens de ontwikkeling niet meer belangrijk wijzigen, aangezien dit de investeringskosten snel doet verdubbelen, voordeel van deze precisie giettechniek is, dat veel nabewerkingen achterwege kunnen blijven terwijl in tegenstelling tot verspanende technieken de toegepaste hoeveelheid materiaal zo gering is, dat de hogere prijs van magnesium t.o.v. bijvoorbeeld aluminium een te verwaarlozen faktor is.
Zoals bekend mag worden verondersteld, is het gewicht van magnesium ca. 30% lager als dat van aluminium bij gelijke sterkte.

Speciale IC's:

Zoals reeds enkele malen genoemd zijn er o.a. speciaal ontwikkelde IC's toegepast, waarvan ik zal pogen een korte funktionele beschrijving te geven.
De OQ 5501 en 5502 zijn beide LSI circuits in I^2L techniek en verzorgen een belangrijk deel van de synch. generator. Dankzij de uitgebreide toepassingsmogelijkheden van deze circuits was het mogelijk deze IC's te ontwikkelen.
De OQ 5501, zie Fig. 6^a, is de programmeerbare synch. puls generator; te gebruiken voor alle bekende TV systemen.
Gestuurd door een 2.5 MHz oscillator levert dit IC de volgende signalen comp. blanking, comp. synch., burst key, identifikatie en hor. en vert. stuurpulsen.
De schakeling kan zonder externe synchronisatie werken maar kan ook vertikaal gesynchroniseerd worden door het aanbieden van een V. puls.
Het vertikale locken en timen gebeurt dan door het wijzigen van het deeltal, totdat het phaseverschil tussen de binnenkomende en de gegenereerde V. puls kleiner is dan een halve lijn.

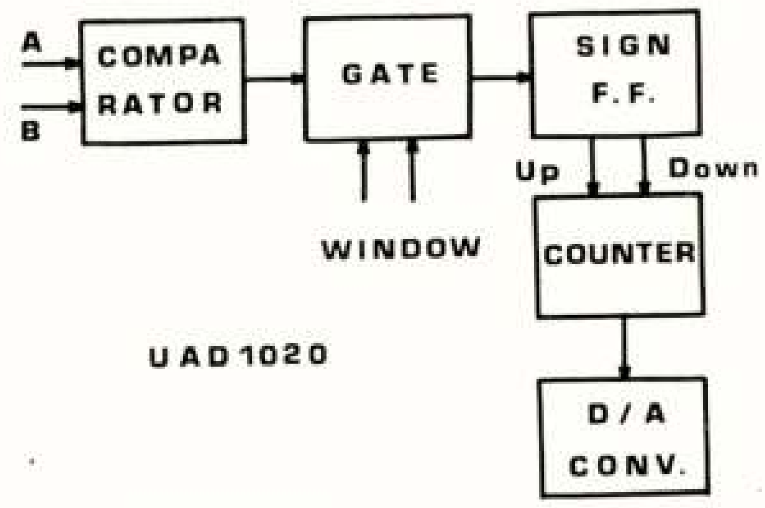


SYNC. GEN. Fig. 6a



LOCK CHIP Fig. 6b

Dit IC werkt samen met de OQ 5502, Fig 6^b, welke voor de juiste koppeling van de lijn- aan de subcarrier-frequentie, overeenkomstig het geprogrammeerde systeem, zorg draagt.
In geval van externe synchronisatie wordt de interne koppeling tussen lijn en subcarrier verbroken en wordt de phase èn de frequentie van de hor. pulsen via beïnvloeding van de 2.5 MHz oscillator gekoppeld aan die van de binnenkomende pulsen.
De UAD 1020, Fig. 7, kan gebruikt worden voor een reeks van automatische afregelingen, met mogelijkheid tot vasthouden van de korrektie waarden tijdens afgeschakelde toestand. Het geheugen is nl. een I^2L low power counter, welke op een spanning van enige honderden mVs. en een stroom van enkele µA's m.b.v. een nicad cel in leven gehouden kan worden.



AUTOMATIC ADJUSTMENT

Fig. 7

Het IC bevat verder de volgende funkties:
Een snelle videofrequente comparator, welke het verschil van bv. twee video signalen doorgeeft aan een teken flipflop A<B pos. A>B neg.
Tussen comparator en teken flipflop bevindt zich een poort, welke ook met videofrequentie schakelt en dus het moment van beslissing kan vastleggen in de teken flipflop.
Een heen en terug teller telt m.b.v. een clock pulse afhankelijk van het teken, voor- of achteruit. De output van de teller wordt in een D/A converter omgezet in een analoog regelsignaal wat de te meten signalen in de ge-

wenste richting beïnvloed. Is eenmaal de gewenste instelling bereikt, b.v. van de autocentering dan zal na elke klokpuls de komparator en dus ook de teken flipflop van teken wisselen, zodat de gewenste waarde binnen één stapgrootte bereikt is en de komparator afgeschakeld mag worden.
Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het mogelijk is met 2/3" Plumbicons een hoge kwaliteit licht gewicht ENG kamera te ontwikkelen die eenvoudig in een op afstand bedienbare EFP kamera getransformeerd kan worden zonder dat daarbij op de primaire eisen, gesteld door het ENG werk, beknibbeld behoefd te worden. (Fig. 8)



Fig. 8

Gaarne betuig ik hierbij mijn dank aan alle collega's die mij geassisteerd hebben, zowel inhoudelijk als bij de lay-out van dit artikel.

Voordracht gehouden op 8 november 1979 bij de NOS te Hilversum, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 283), de Benelux Section IEEE en de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI.

VERKEERSAFWIKKELING IN HET NEDERLANDSE TELEFOONNET

Ir. W. van Eijk
PTT-Centrale Afdeling Telefonie

Inleiding

Het telefoonverkeer in ons land onstaat door de vrije wil van zo een 14 miljoen Nederlanders die op een door hen gekozen tijdstip een telefoongesprek wensen te voeren over één van de 6,5 miljoen telefoontoestellen aangesloten op één van de 4,5 miljoen telefoonaansluitingen. In 1978 bedroeg dit telefoonverkeer 2120 miljoen lokale gesprekken en 2160 miljoen niet-lokale gesprekken. Onder niet-lokale gesprekken vallen interlokale gesprekken, uitgaande internationale gesprekken en gesprekken met speciale diensten zoals het weerbericht, de tijdmelding en inlichtingen.

Gelukkig willen nooit alle aangeslotenen gelijktijdig een gesprek voeren maar doen ze dat gespreid in de tijd. Door de grote aantallen zijn in de spreiding van het verkeer bepaalde patronen te onderkennen. Zo valt bv. in een zakenwijk het maximum in de ochtend tussen 10 en 11 uur, maar voor een woonwijk in de avond tussen 19 en 20 uur, zie fig. 1.

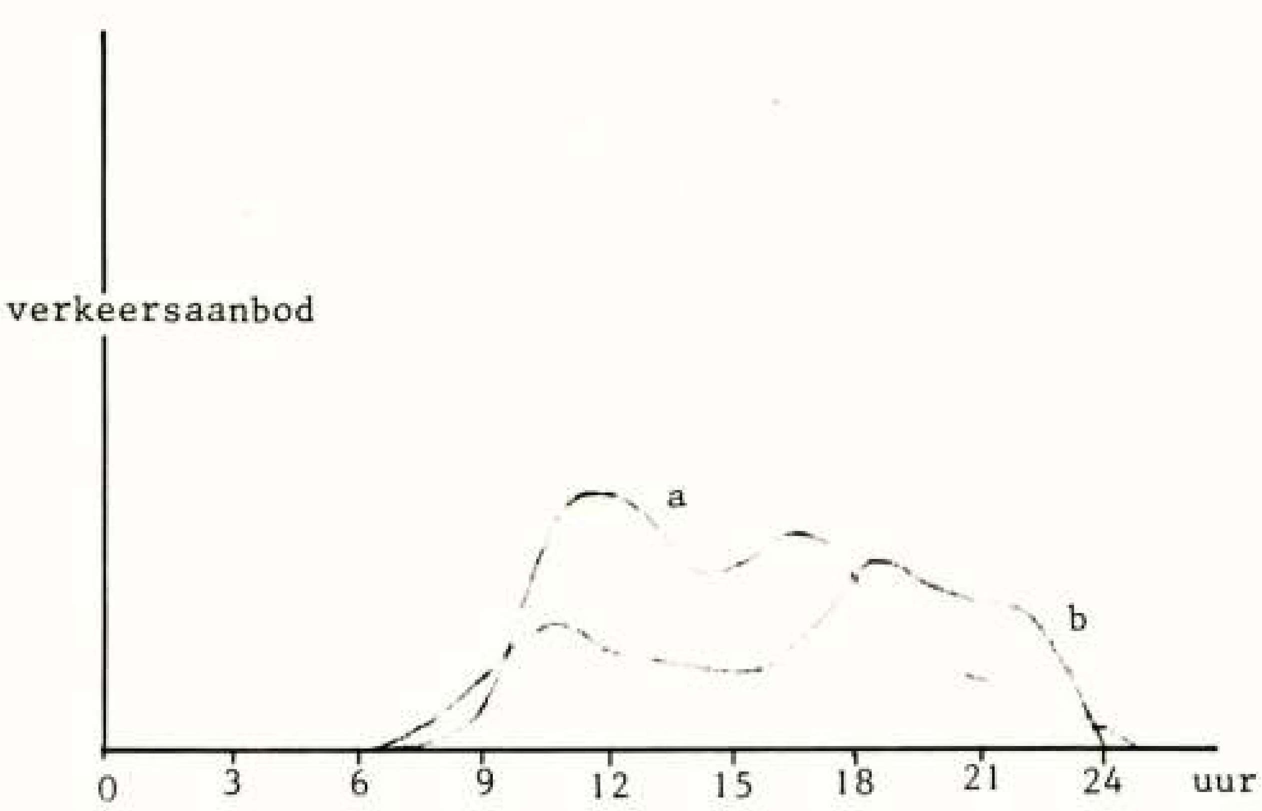


Fig. 1
Verloop van het telefoonverkeer op een werkdag in een zakenwijk (a) en een woonwijk (b)

De apparatuurvoorziening, d.w.z. het aantal lijnen en de capaciteit van de centrales, moet worden gebaseerd op de drukste periode. Buiten deze periode wordt een groot deel van de apparatuur niet gebruikt. Door lagere tarieven in de slappe tijden, ondersteund door daarop gerichte reclame zoals "laat eens wat van je horen" wordt getracht tot een efficiënter gebruik van de apparatuur te komen.

Het telefoonverkeer

De spreiding in het telefoonverkeer wordt tot uitdrukking gebracht in de verhouding van het totale verkeer in een bepaald tijdvak tot het verkeer in de drukste periode. Men noemt dit de concentratiefactor en onderscheidt:

dag-concentratiefactor: $C_d = \frac{\text{totale dagverkeer}}{\text{verkeer in drukke uur}}$

week-concentratiefactor: $C_w = \frac{\text{totale weekverkeer}}{\text{verkeer drukste dag}}$

jaar-concentratiefactor: $C_j = \frac{\text{totale jaarverkeer}}{\text{verkeer drukste week}}$

totale concentratiefactor:

$$C_t = C_d . C_w . C_j = \frac{\text{totale jaarverkeer}}{\text{verkeer drukke uur}}$$

Met de dag-concentratiefactor wordt de reeds genoemde spreiding van het verkeer over de uren van de dag tot uitdrukking gebracht. Het ongelijke patroon voor de verschillende dagen van de week, waarbij vooral de zaterdag en de zondag een lager verkeer hebben, blijkt uit de week-concentratiefactor. In de jaar-concentratiefactor komen de seisoensinvloeden tot uiting zoals die zich bv. in vacantieoorden en badplaatsen manifesteren. Uit de getallen in fig. 2 blijkt dat men zich het totale telefoonverkeer geconcentreerd kan denken in een net dat gedurende 1/3 van het jaar volbelast is en voor het overige 2/3 deel van het jaar niet wordt gebruikt.

Concentratiefactoren

	gemeten	maximum	verhouding
C_d	10,6	24	0,44
C_w	5,8	7	0,83
C_j	47,6	52,18	0,91
C_t	2960	8766	0,33

Fig. 2
Landelijk gemiddelde cijfers van de concentratiefactoren

In bovenstaande definities is uitgegaan van het "verkeer in drukke uur" waarbij wordt aangenomen dat in dit uur het aantal gesprekken dat per tijdseenheid ontstaat constant is. In werkelijkheid heeft dit verkeersaanbod echter een stochastisch karakter dat met een Poisson-

verdeling beschreven kan worden. Voor de apparatuurvoorziening die nodig is om dit verkeer in het drukke uur te kunnen verwerken, dient hiermee rekening te worden gehouden. Wanneer dit verkeer namelijk door een eindig aantal lijnen moet worden verwerkt ontstaat altijd de kans op stagnatie. Door de Deense wiskundige Erlang is een formule voor de berekening van het benodigde aantal lijnen bij een stochastisch verkeersaanbod waarmee een bepaalde stagnatiekans niet wordt overschreden. In het algemeen streeft men naar een stagnatiekans per bundel van hoogstens 1%.

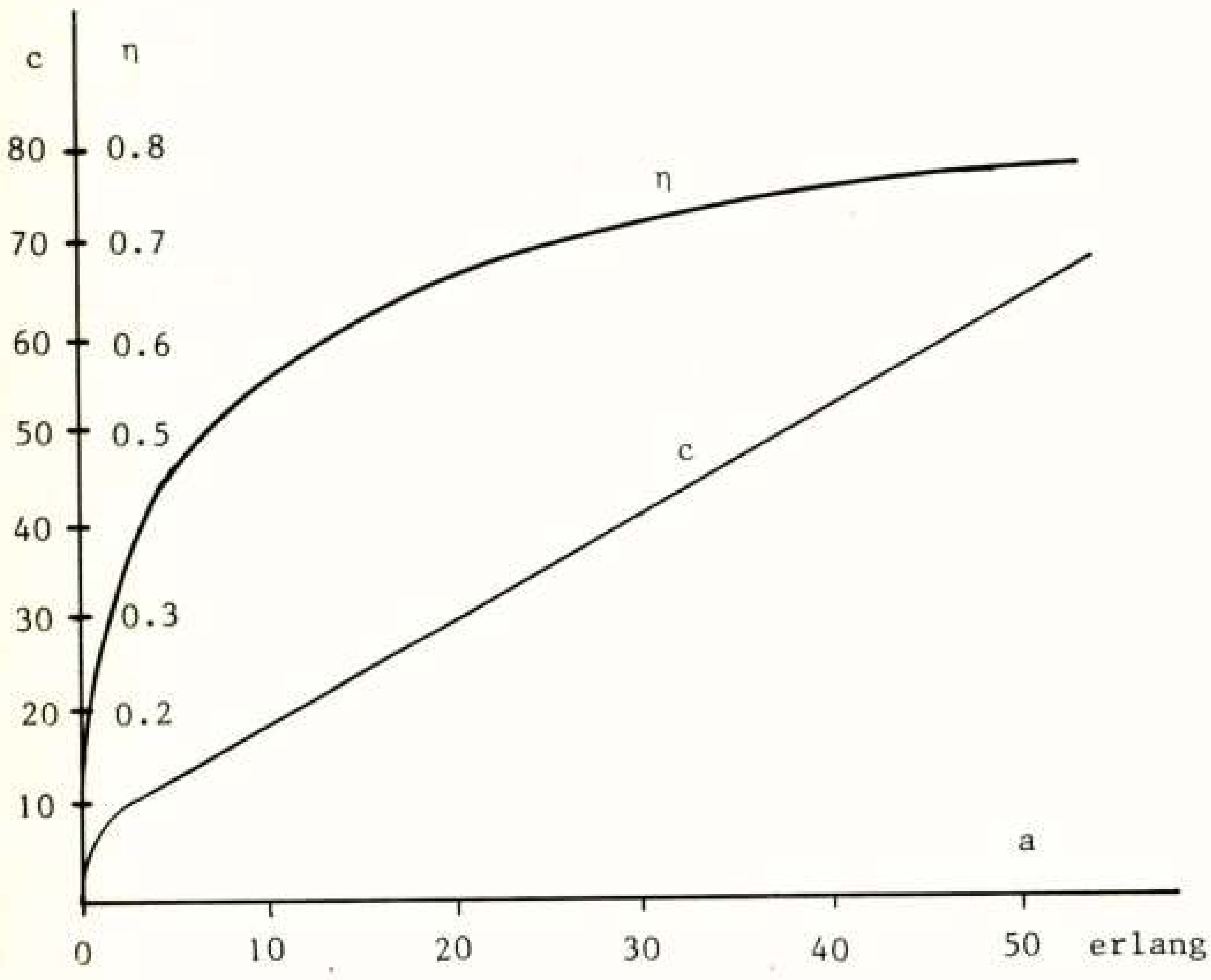


Fig. 3
Benodigde aantal lijnen, c, en lijnrendement, η, bij een verkeersaanbod a volgens formule van Erlang bij 1% stagnatiekans

Het gemiddelde verkeersaanbod wordt hierbij uitgedrukt in de eenheid "één uur telefoonverkeer per uur" die de erlang genoemd wordt. In fig. 3 is aangegeven hoeveel lijnen volgens de formule van Erland nodig zijn voor een bepaald verkeersaanbod en een stagnatiekans van 1%. Tevens geeft deze figuur het lijnrendement d.w.z. de verhouding van het aantal benodigde lijnen tot het verkeer. Uit deze curve blijkt dat dit rendement pas bij verkeerswaarden boven 10 á 20 erlang redelijke waarden aanneemt. Het is daarom voordelig het verkeer in het telefoonnet op zo groot mogelijke bundels te concentreren. Aan deze bundelgrootte wordt echter een grens gesteld omdat met toenemend rendement tevens de overbelastbaarheid van de bundel afneemt. Daar rekening moet worden gehouden met verstorende factoren in het verkeersaanbod, bv. op oudejaarsavond, door televisie-spelletjes of bij calamiteiten zoals in de noordelijke provinciën tijdens de winster 1978/1979, is het gewenst het lijnrendement te beperken tot de waarde die hoort bij bv. 50 erlang.

Het telefoonnet

Voor een telefoonnet heeft men behalve lijnen ook centrales nodig. Zonder deze zou men om $4{,}5.10^{6}$ abonnee's onderling te verbinden zo een 10^{13} lijnen nodig hebben, een kennelijke absurditeit. Dus ontstonden al 100 jaar geleden telefooncentrales waarop de abonnee's werden aangesloten. Hoeveel abonnee's men op één centrale aansluit is een economische kwestie. Met toenemende grootte van het gebied dat een centrale bestrijkt neemt de gemiddelde lengte van de abonneelijnen toe en daarmee de kosten van dit kabelnet. In Nederland heeft op het platteland ieder flink dorp een eigen centrale ten behoeve van de dorpsbewoners en de omwonenden. De gemiddelde grootte van deze telefooncentrales is 600 á 650 aansluitingen.

Voor de stedelijke gebieden ligt dit anders, deze zijn vaak te groot voor één centrale. De gemiddelde kosten per aansluiting, te splitsen in kosten voor de abonneelijnen en kosten voor de centrale (gebouw en apparatuur), vertonen een minimum bij een bepaalde grootte van de telefooncentrale, zie fig. 4. Dit minimum is maatgevend voor het aantal centrales in een stad. Op grond van dergelijke overwegingen is men in ons land gekomen tot:

stand eind 1978: 977 gebieden met elk één centrale
345 centrales in stedelijke gebieden
1322 abonneecentrales (lokale centrales)

Telefooncentrales behorende tot één lokaal net worden voor het lokale verkeer onderling verbonden, dit levert

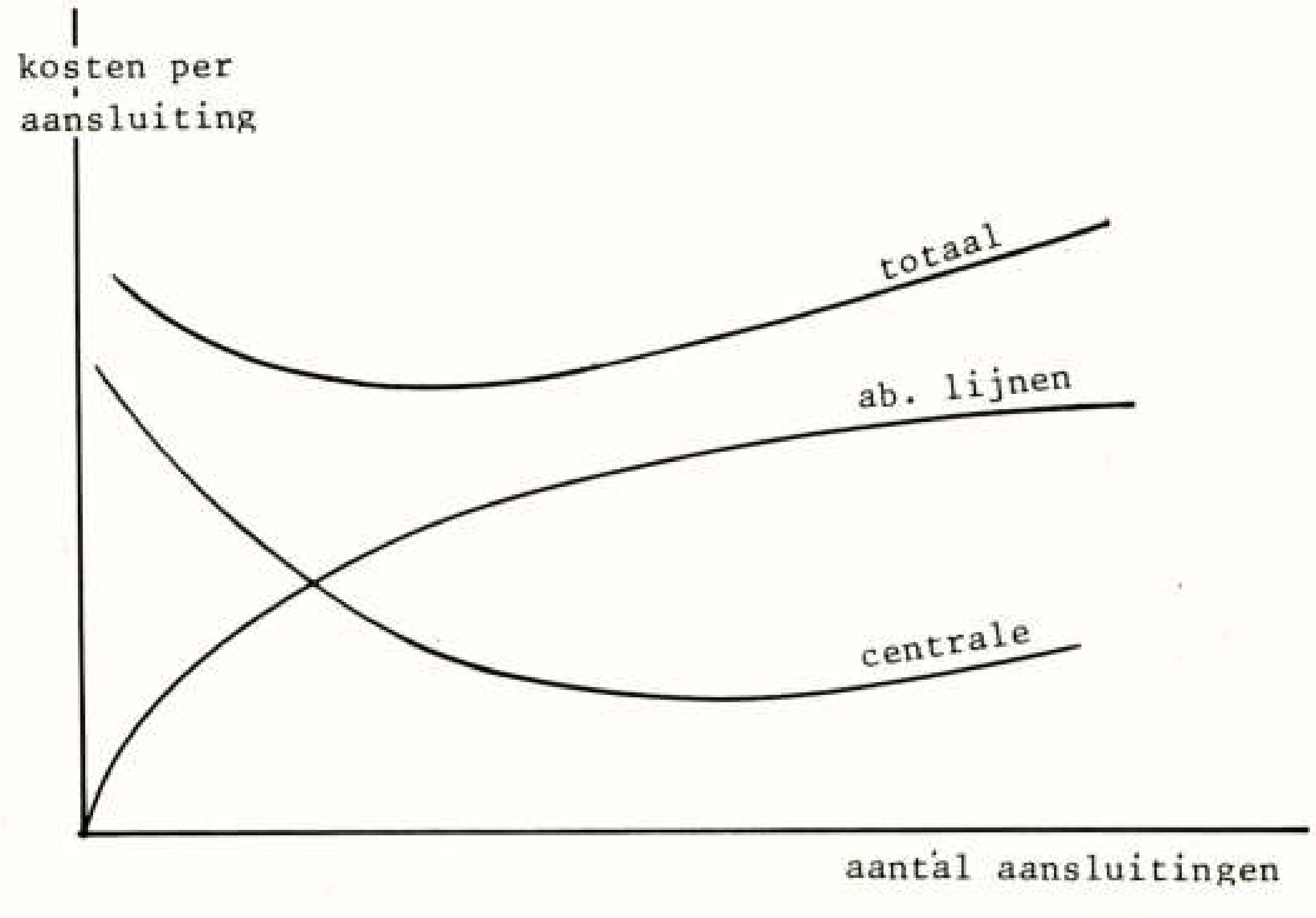


Fig. 4
Kostenpatroon voor een abonneecentrale

geen problemen op. Voor de interlokale verbindingen, die zich over het gehele land kunnen uitstrekken, ligt dit moeilijker. Het onderling verbinden van alle centrales zou 1,75 miljoen lijnbundels vereisen. Nu wordt in het drukke uur 52500 erlang interlokaal verkeer gegenereerd, dus gemiddels 0,03 erlang per bundel. Het lijnrendement zou hierbij tot nul naderen, zie fig. 3. Daarom worden de abonneecentrales aangesloten op verkeerscentrales. De lokale centrales zijn daarbij in sectoren gegroepeerd met ieder een knooppuntcentrale en de sectoren weer in districten met een districtscentrale. Er zijn in ons land 135 sectoren en 22 districten. Daar in sommige districten een tweede districtscentrale nodig was zijn er in totaal 28 DC's. Voor de onderlinge verbinding hiervan zijn 28x27=756 lijnbundels nodig.

In grote lijnen heeft het huidige telefoonnet, opgebouwd in de jaren na de oorlog, deze structuur in hiërarchische lagen. Hieraan zijn echter wel bezwaren verbonden die veroorzaakt worden door het grote aantal centrales en verbindingslijnen dat voor alle interlokale gesprekken nodig is. In de eerste plaats veroorzaakt dit hoge investeringen in telefooncentrales. Zoals blijkt uit fig. 5 maken de centrales 44,7% uit van alle investeringen en een belangrijk deel daarvan wordt door de verkeerscentrale bepaald. Dit percentage van 44,7 ligt overigens belangrijk boven het wereldgemiddelde dat omstreeks 30% bedraagt. Hieruit blijkt de bijzondere structuur van ons land nl. een dichte gelijkmatig verdeelde bevolking en daardoor korte afstanden. Andere bezwaren van de hiërarchische structuur zijn de verhoogde stagnatiekans omdat ieder lijnstuk en iedere centrale een eigen stagnatiekans heeft en een verminderde transmissiekwaliteit door dempingsvariaties van elk lijnstuk en bijdragen aan geruis en klikken in elke centrales. Aan deze bezwaren wordt gedeeltelijk tegemoet gekomen door centrales waartussen een voldoend grote verkeersrelatie bestaat, via een aantal dwarslijnen, rechtstreeks te verbinden. De uitgaande centrale heeft dan de opdracht eerst na te gaan of er op de dwarsbundel nog lijnen vrij zijn en alleen als dat niet het geval is wordt de verbinding in de hiërarchische hoofdrichting gestuurd. Eind 1978 bestond het interlokale net uit:

- 73.492 lijnen tussen lokale centrales en knooppuntcentrales
- 49.581 lijnen tussen knooppuntcentrales en districtscentrales
- 44.036 lijnen tussen de districtscentrales
- 16.951 dwarslijnen

Met de invoering van de moderne computer-bestuurde telefooncentrales is het bovendien in principe mogelijk geworden om in te grijpen in het proces van de verkeersafwikkeling, hetzij incidenteel, hetzij geprogrammeerd in de tijd. Deze mogelijkheid, Network Management genaamd, maakt een efficiënter gebruik van het net mogelijk.

Dit alles resulteert in een gecompliceerd telefoonnet dat zowel economisch als technisch moet worden geoptimaliseerd en ook optimaal moet blijven bij uitbreiding en bij invoering van nieuwe technologiën die vaak een afwijkende kostenstructuur hebben. Hierbij wordt gedacht aan PCM-transmissie (puls code modulatie) en TDM-centrales (time division multiplex). Met de invoering van PCM-transmissie is reeds begonnen, voorlopig alleen in de lagere netvlakken, dus op laagfrequentkabels. Tot toepassing in de hogere netvlakken is wel besloten maar hiervoor moet eerst worden voorzien in de daarvoor geschikte media zoals speciale coaxiale kabels en bepaalde vormen van straalverbindingen. In een later stadium komen hiervoor ook glasvezelkabels in aanmerking. Met de invoering van TDM-centrales, die tezamen met PCM-transmissie, tot een zeer efficiënte netopbouw zal leiden, wordt in 1980 begonnen.

centrales	44,7%
transmissie-apparatuur	
- interlokale net	11,1
- abonnee net	23,0
abonnee apparatuur	12,3
gebouwen	7,4
diversen	1,5
	100 %

Fig. 5
procentuele verdeling van de investeringen in 1979

Redactionele bewerking, uitgevoerd door Ir. L.R. Bourgonjon van de voordracht welke gehouden werd op 16 november 1979 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering, van het NERG (nr. 284), de Sectie Telecommunicatie Techniek KIvI, en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

VERKEERSAFWIKKELING IN TELEFOONCENTRALES

Drs. J. de Boer
Philips Telecommunicatie Industrie B.V.

Traffic routing in telephone exchanges. The paper is divided into three parts. First traffic requirements for loss and for queueing systems are discussed. Thereafter the routing of different traffic streams in different "generations" of exchanges is dealt with and associated traffic theoretic problems are touched on. Finally the tools of traffic theory, calculation and simulation, are discussed and compared.

INLEIDING

Gemakshalve zullen alleen openbare centrales aan de orde komen, hoewel zeer veel van het volgende ook op huis- of bedrijfscentrales van toepassing is. Achtereenvolgens zullen behandeld worden:
- verkeerseisen
- verkeersafwikkeling in verschillende "generaties" centrales
- verkeersberekeningen en - simulaties

Er zijn verschillende motieven voor deze indeling. Zo kunnen de twee manieren waarop stagnerend verkeer behandeld kan worden, en enkele consequenties ervan, aan de hand van de eisen geïntroduceerd worden. Verder is het nuttig om, na het hoe van de verkeersafwikkeling, ook iets te zeggen van het hoeveel. Dit laatste nu gebeurt door verkeersberekeningen en -simulaties.

De dimensieloze eenheid van verkeer is de erlang, afgekort: E of erl., genoemd naar de deen A.K. Erlang die omstreeks 1900 de grondslagen legde voor de verkeerstheorie. 60 oproepen (of algemener: beleggingen) per uur, elk van 1 minuut, is 1 erl. Ook 10 oproepen per uur, elk van 6 minuten is 1 erl. Algemeen: aantal E = gemiddeld aantal oproepen per tijdseenheid x gemiddelde duur van een belegging. Het verkeer varieert in de loop van de dag, maar bij dimensioneringsvragen wordt gerekend met het zg. drukke uur, dat voor centrales in zakenwijken ongeveer van 10-11 uur valt en in woonwijken ongeveer van 19-20 uur.

VERKEERSEISEN

Er kunnen 4 soorten verkeersstromen voorkomen:
- binnenkomend verkeer (oproepen van de buitenwereld naar abonnees van de centrale)
- intern verkeer (tussen een oproeper of A-abonnee en een opgeroepene of B-abonnee , die op dezelfde centrale aangesloten zijn)
- uitgaand verkeer (oproepen van abonnees naar de buitenwereld)
- Transietverkeer

Voor elk van deze soorten gelden verkeerseisen. Gezien het stochastische karakter van telefoonverkeer behoeft het geen betoog dat de eisen in kansen uitgedrukt worden. Bijvoorbeeld: de kans dat een binnenkomende oproep de gewenste abonnee niet kan bereiken, moet $\leq 0{,}01$ (of 1%) zijn. Hierbij wordt uiteraard aangenomen dat de B-abonnee niet bezet of afwezig is omdat anders in de eis ook het abonneegedrag zou meespelen. Anderzijds is het wèl zinvol om verband te leggen tussen de eis en de kans op bezet of afwezig zijn. Als laatstgenoemde kans b.v. 0,15 is, zal men de eis niet op $\leq 0{,}001$ of nog kleiner stellen omdat de bereikbaarheid van een veel pratende of afwezig zijnde abonnee niet extreem goed hoeft te zijn.

Een andere formulering van bovengenoemde eis is: de verlieskans van een binnenkomende oproep moet $\leq 0{,}01$ zijn. Dit wijst erop, dat een oproep, die er niet „direct" in slaagt de B-abonnee te bereiken, verloren gaat, d.w.z. niet in een buffer of wachtveld geplaatst wordt De oproeper moet dan opnieuw kiezen. Het woord „direct" betekent hier: het één keer uitvoeren van de procedure voor het zoeken van een vrije weg door het spreekwegennetwerk (SWN) van de centrales.

Bij de genoemde soort eisen is dus sprake van <u>verliesverkeer</u> en de eis geeft aan welk gedeelte van het verkeer verloren mag gaan. Dit mag uiteraard maar een zeer klein deel zijn. In de eerste plaats uit overwegingen van dienstverlening en in de tweede plaats omdat anders de niet geslaagde oproepen, die herhaald worden, een sneeuwbaleffect kunnen veroorzaken. In verkeersberekeningen wordt bijna altijd aangenomen dat er geen herhaalde oproepen zijn, wat dus alleen bij kleine verlieskansen een aanvaardbare benadering is.

Naast verliesverkeer kan er ook <u>wachtverkeer</u> zijn dat wacht en niet verloren gaat als

het niet direct afgehandeld kan worden. Dit doet zich bijvoorbeeld voor bij wachten op kiestoon. Dan krijgen de eisen een andere vorm, zoals: de wachttijd op kiestoon mag gemiddeld niet langer dan 1 sec. zijn, òf: de kans op een langere wachttijd dan 2 sec. moet ≤ 0,01 zijn. Als er een wachtveld met een aantal plaatsen in het geding is, gaat een oproep, die alle wachtplaatsen bezet vindt, verloren. Dit kan b.v. tot de volgende eis leiden: de kans dat er op een moment meer dan 10 wachtenden zijn, moet ≤ 0,0001 zijn. In sommige wachtsituaties is ook de wachtkans van belang, d.w.z. het gedeelte van de oproepen dat moet wachten. Er zijn dus bij wachtverkeer veel meer variaties in de eisen mogelijk dan bij verliesverkeer omdat er een wachttijdverdeling is waarvan één of meer parameters voorgeschreven worden.

De eisen zijn hier gemakshalve, zowel voor verlies-als wachtverkeer, eigenlijk te kort geformuleerd. Ze gelden n.l. bij een centrale van bepaalde omvang (aantal aansluitingen, binnenkomende lijnen enz.) met gegeven verkeersstromen in het drukke uur. Vaak stelt men twee eisen: één voor nominaal verkeer, en één voor een 10 of 20% hoger liggend verkeer. Een verlieskans die bij nominaal verkeer ≤ 0,01 moet zijn, mag b.v. 0,02 zijn als het verkeer 10% toeneemt. De bedoeling van zo'n eis is duidelijk: als het verkeer tijdelijk wat hoger is, moet de verkeersafwikkeling nog redelijk zijn. (Over echte overbelasting wordt hieronder bij halfelectronische centrales nog iets gezegd).

De eisen voor nominaal, resp. hoger, verkeer hebben een tegengestelde invloed op de verdeling van verkeer. Dit zal hieronder zowel voor verlies- als wachtverkeer geïllustreerd worden, nadat eerst drie definities gegeven worden, die hierbij nodig zijn:

- Lijn
  Dit is elke verkeerverwerkende "eenheid" in de ruimste zin van het woord (kiezer, register, ontvanger, processor, enz.)
- Bundel lijnen
  Een groep gelijkwaardige lijnen die samen een bepaald verkeer behandelen.
- Houdtijd
  Tijd die een lijn nodig heeft voor de afhandeling van een aanvraag.

Stel nu dat voor een bepaald verkeer een verlieskans van 1% voorgeschreven is. Uit Tabel 1 (die onder bepaalde voorwaarden geldt) blijkt dat het rendement van een bundel lijnen toeneemt met de bundelgrootte, bij gelijk blijvende de eis. Wordt het toelaatbare verkeer met 10% verhoogd, dan neemt de verlieskans des te meer toe naarmate de bundel groter is.

Verlieskans nominaal verkeer van A erlang op N lijnen is $E_N(A) = 0.01$

N	A	A/N	$A' = 1.1\,A$	$E_N(A')$
1	0.01	0.010	0.011	0.011
2	0.15	0.075	0.165	0.012
4	0.86	0.215	0.946	0.013
10	4.40	0.440	4.840	0.015
50	38.00	0.760	41.800	0.030

Tabel 1.

Nominaal rendement, en verlieskans bij 10% toename van het verkeer, als functie van N.

Mag de verlieskans niet groter dan 3% zijn bij verhoogd verkeer, dan kan de bundelgrootte dus niet meer dan 50 zijn.

$E_N(A)$ is de z.g. verliesformule van Erlang voor een verkeer van A erl. op N. lijnen. Deze formule, die getabelleerd is en ook recurrent naar N te berekenen is , luidt:

$$E_N(A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{1 + \frac{A}{1!} + \frac{A^2}{2!} + \cdots + \frac{A^N}{N!}}$$

Verliesformule van Erlang

In omstandigheden waarin Tabel 1 niet van toepassing is, blijft het bovenstaande kwalitatief gelden.

Tabel II geldt onder bepaalde voorwaarden in een wachtsysteem als de eis bij nominaal verkeer is: $t_w/h=0,2$

(t_w= gemiddelde wachttijd, en

h = gemiddelde houdtijd, die hier als schaalfactor fungeert).

Men ziet hier de zeer sterke toename van t_w voor hoger verkeer bij stijgend rendement, wat geen verbazing hoeft te wekken als men de gebruikte formule ziet, waarin N-A in de noemer staat. Bij meer dan 25 lijnen kan het nominale verkeer zelfs niet met 10% toenemen omdat N lijnen hoogstens N erl. kunnen verwerken. mag t_w/h bij 10% verhoogd verkeer niet groter zijn dan 0,5, dan kan de bundelgrootte dus niet meer dan ca. 10 zijn.

Zowel bij verlies- als wachtsystemen is het dus aantrekkelijk om verkeer zoveel mogelijk te bundelen, maar een eis voor verhoogd verkeer stelt grenzen hieraan. Overigens kunnen er ook technische bezwaren aan te grote bundeling kleven.

Als besluit van deze beschouwing over verkeerseisen kan nog opgemerkt worden dat de verschillende telefoonadministraties niet allen dezelfde getallen (kansen, gemiddeldes, enz.) in de eisen hanteren.

Gemiddelde wachttijd nominaal verkeer van A erlang op N lijnen is

$$t_w = \frac{h * \text{wachtkans}}{N - A} = 0.2 * h$$

N	A	A/N	A'=1.1A	t_w/h
1	0.166	0.166	0.183	0.22
2	0.817	0.408	0.890	0.25
4	2.46	0.615	2.71	0.31
10	7.98	0.798	8.78	0.50
25	22.5	0.900	24.75	4.2

Tabel 2.

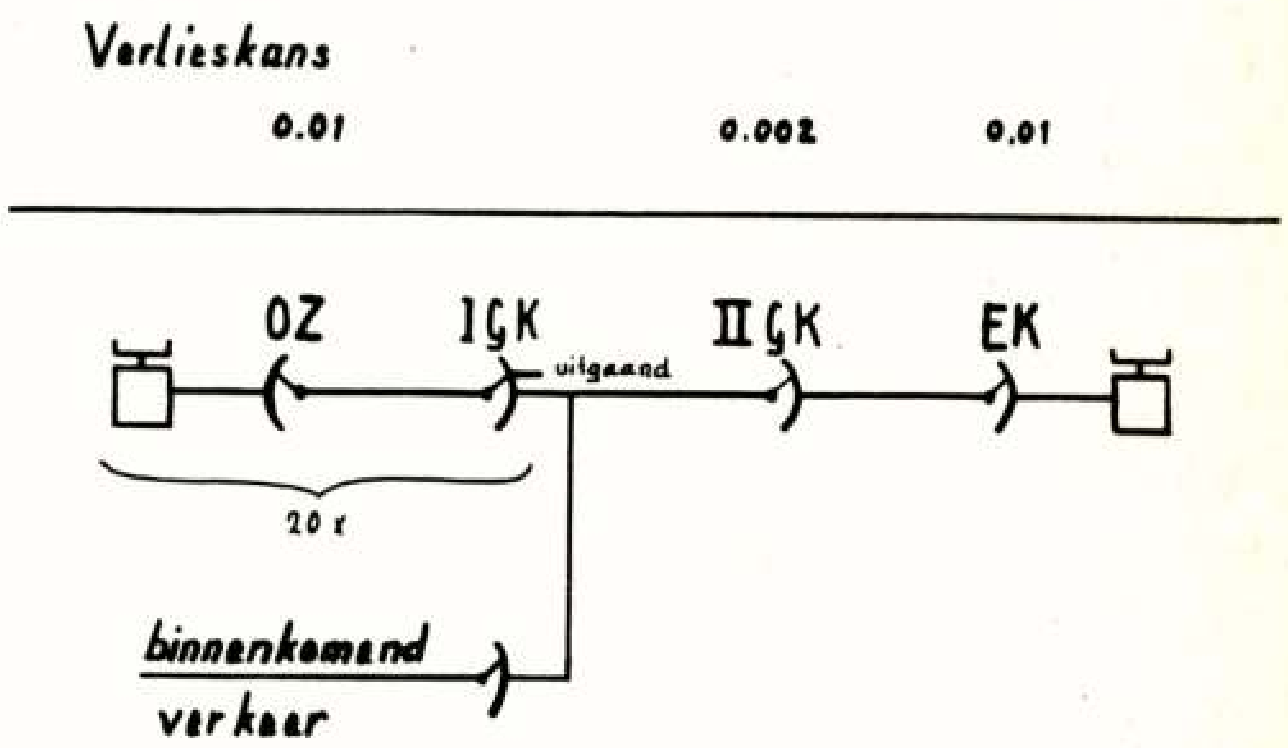
Nominaal rendement, en gemiddelde wachttijd bij 10 % toename van het verkeer, als functie van N

Verkeersafwikkeling bij verschillende "generaties" centrales

Hierbij wordt niet naar volledigheid gestreefd noch wat de generaties centrales, noch wat de verkeersproblemen betreft. Er worden alleen enkele voorbeelden globaal weergegeven.

Centrales met kiezers

In Fig. 1 is het verbindingsschema van een eindcentrale met 2000 abonnees weergegeven. Verschillende aspecten zullen aangeroerd worden.



OZ = oproepzoeker
GK = groepkiezer
EK = eindkiezer

Fig 1. Eindcentrale met 2000 abonnees

- Verbindingsopbouw:
  Een abonnee die de hoorn van de haak neemt, krijgt zo mogelijk verbinding met een OZ, en daardoor een IGK. Zijn eerste cijfer stelt, via een instelstroomloop deze GK in op één van drie richtingen: uitgaand, intern naar 1e duizendtal (DT), intern naar 2e DT. Voor elk van de interne richtingen is er een groep IIGK, en de oproep komt op één daarvan. Het tweede cijfer bepaalt op welk van de hondertallen (HT) de IIGK ingesteld wordt. Per HT is er een groep EK, en de oproep komt op één ervan, om zo de B-abonnee te bereiken.
  Een binnenkomende oproep komt (in dit voorbeeld) op IGK-niveau binnen, en voegt zich dan door het gekozen cijfer van het DT bij één van de twee interne stromen.
  Er wordt bij deze verbindingsopbouw telkens één stap vooruit gekeken en bij elke stap

kan verlies optreden, nadat het tot daar toe goed gegaan is.

- Redementsverloop:
De abonneelijnen hebben vaak een rendement in de orde van 5%. Om dit om te zetten in een veel hoger rendement „midden" in de centrale, moet er in de OZ/EK-trappen een forse reductie toegepast worden (een factor 10 is heel gebruikelijk). Dit betekent dat OZ/EK het overgrote deel van de totale verlieskans moeten hebben, en de IIGK-trap veel minder, wat in het voorbeeld ook het geval is. Het aantal contacten van de OZ begrenst het aantal abonnees, en dus het verkeer, dat gebundeld kan worden. In het voorbeeld hebben de OZ 100 contacten, waardoor er bij 2000 abonnees 20 groepen OZ/IGK voorkomen. Om het rendement toch nog verder op te voeren, worden vaak de OZ per HT gesplitst in zg. directe en indirecte. Het verkeer wordt eerst aangeboden aan de directe OZ met IGK. Lukt dit niet, dan komen de indirecte aan de beurt, en het verkeer van de 20 HT, dat via deze indirecte OZ loopt, wordt gebundeld toegevoegd aan een 2^e OZ-trap en dan IGK. Door dit zg. overloopprincipe kan vaak nog aanzienlijk bespaard worden. Het aantal 2^{e}OZ dat er bij komt, is n.l. kleiner dan het aantal IGK dat bespaard wordt. Het rendement is dus laag bij de abonnees en loopt op naar de GK toe.

- (On)volledige bundels:
De OZ per HT vormen een volledig toegankelijke bunel lijnen, of korter: een <u>volledige bundel</u>. Dit betekent dat elke vrije OZ voor elke oproep in dat HT beschikbaar en bereikbaar is Daarentegen vormen b.v. de GK per HT vaak een <u>onvolledige bundel</u>. Als er in ons voorbeeld 9 DT zouden zijn i.p.v. 2, dan wordt het verkeer in de IGK-trap gesplitst in 10 richtingen. Hebben deze richtingen evenveel verkeer, dan heeft een oproep voor een bepaald DT dus 10 contacten op de kiezer in de IGK-trap tot zijn beschikking. Verkeerstechnisch uitgedrukt: de toegankelijkheid tot de bundel IIGK is 10. Als er nu b.v. 20 IIGK per DT nodig zijn bij de voorgeschreven verlieskans, kan elke oproep dus slechts de helft van de bundel IIGK bereiken. Deze bundel heet dan onvolledig toegankelijk of kortweg onvolledig. Het zal duidelijk zijn dat niet elke IGK met dezelfde 10 IIGK verbonden wordt (dan zou er een volledige bundel van 10 IIGK zijn), maar dat er een vaak ingewikkeld bedradingspatroon (mengschema) nodig is om het verkeer over de 20 IIGK te verdelen.
Er zijntwee belangrijke punten op te merken over volledige en onvolledige bundels:
a. De verkeersprestatie van een volledige bundel is uiteraard beter dan van een onvolledige bundel. Anders gezegd: Wil een bepaald verkeer met bepaalde eis(en) behandeld worden, dan vergt dit een grotere onvolledige dan volledige bundel.
b. Bij een volledige bundel is de verkeersprestatie onafhankelijk van de volgorde waarin de bundel afgezocht wordt naar een vrije lijn. Bij een onvolledige bundel geldt dit niet. Het voert echter te ver om op dit interessante punt in te gaan.

- Verkeersproblemen:
Er zijn hier practisch alleen verliesproblemen in het SWN met zijn volledige en onvolledige bundels. De concrete vragen zijn: Hoeveel OZ, IGK, enz. moeten er zijn bij gegeven verkeer en verlieskans? De besturing (die in Fig. 1 niet vermeld is) levert alleen de vraag op hoeveel instelstroomlopen er in een trap moeten zijn.

<u>(Half) electronische centrales met centrale besturing</u>

a. Ruimte-verdeeld SWN

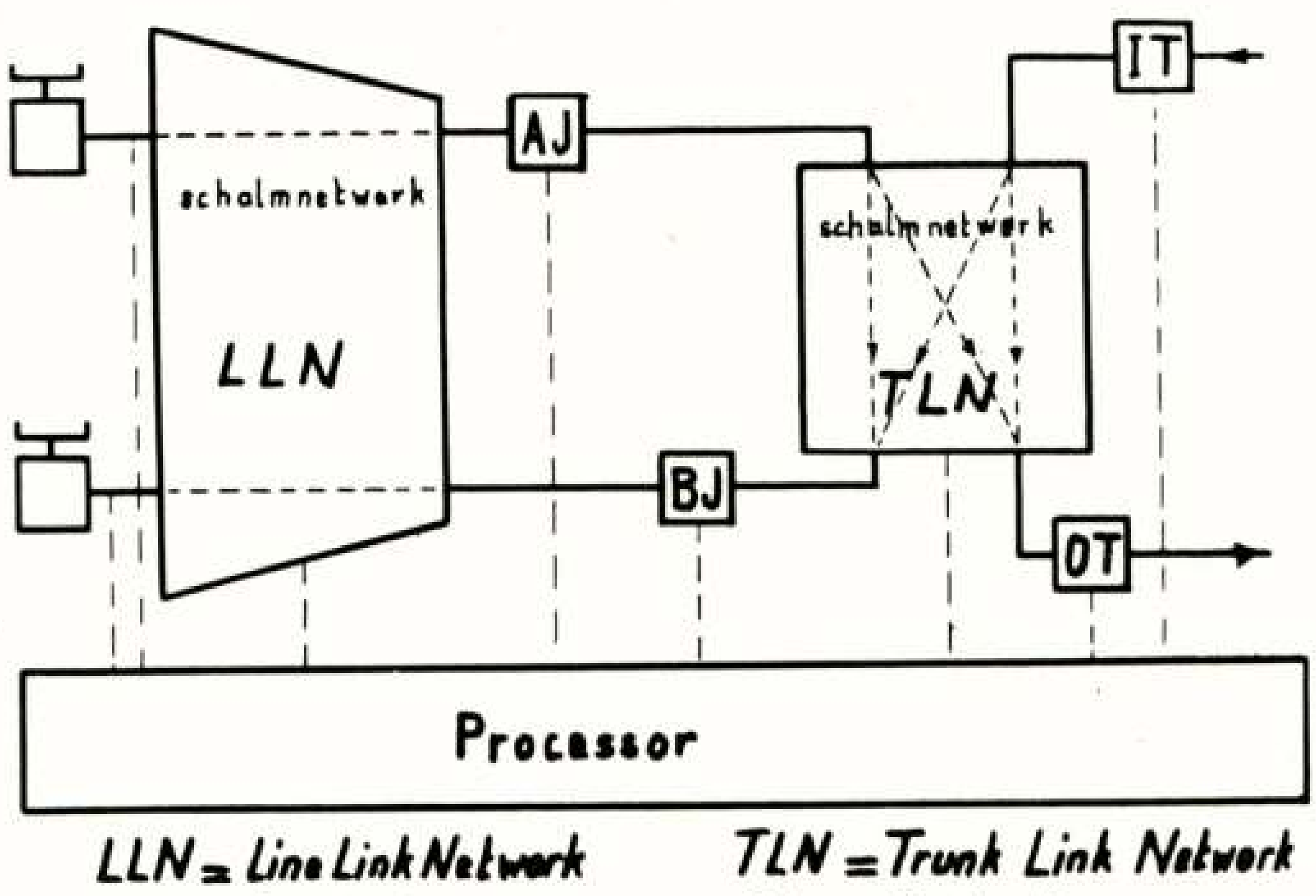


Fig. 2 Centrale met processorbesturing en ruimte-verdeeld spreekwegennetwerk

In Fig. 2 wordt hiervan een voorbeeld ge-

geven. In dit zeer globale schema zijn de verbindingen tussen SWN en processor slechts gedeeltelijk vermeld. De apparatuur waarover deze verbindingen lopen (interface), is niet weergegeven. Dezelfde aspecten als bij het vorige type centrale komen hier weer aan de orde.

- Verbindingsopbouw:

Als een abonnee de hoorn van de haak neemt, wordt een vrije AJ gezocht. Voordat nu de verbinding abonnee-AJ opgebouwd wordt, wordt nagegaan of de gehele weg tussen abonnee en AJ vrij is. Omdat het LLN uit enige schakeltrappen bestaat, is dit iets anders dan bij een kiezercentrale waar een weg over enige trappen niet in één keer, maar in trajecten van trap tot trap, belegd wordt. Een netwerk met een verbindingsopbouw als in het LLN (voorwaardelijke keuze of conditional selection) heet een schalmnetwerk waarbij de verbindingen tussen de schakeltrappen schalmen heten(Fig. 3.)

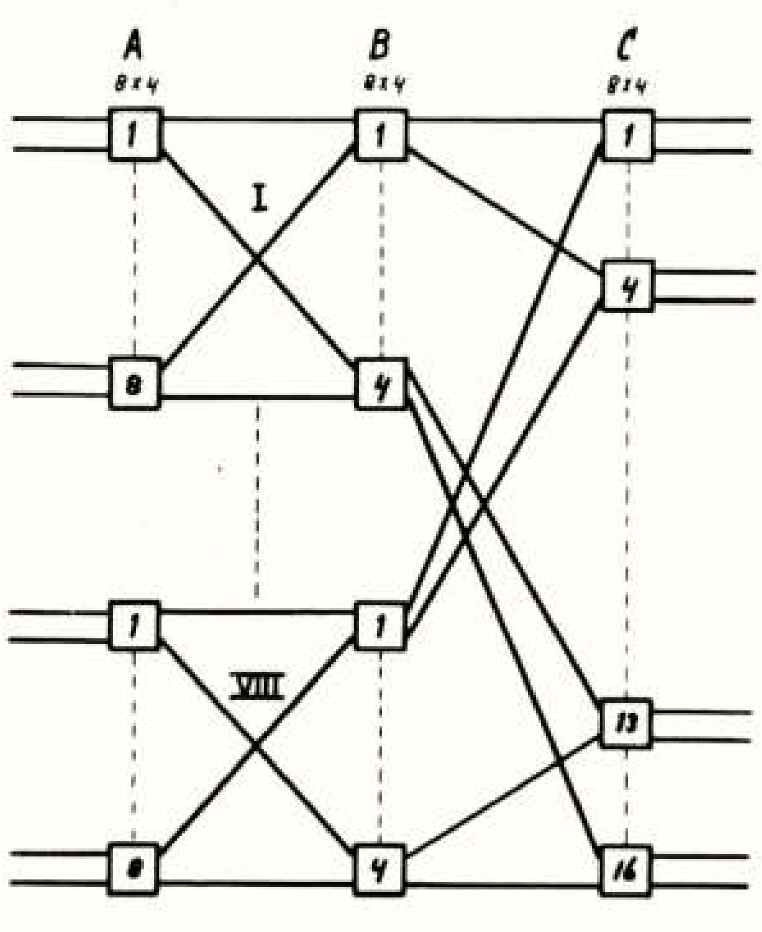


Fig. 3 Voorbeeld van een LLN-deel voor 512 abonnees

Het behoeft geen betoog dat voorwaardelijke keuze verkeerstechnisch beter en technisch ingewikkelder is dan „trap voor trap" keuze.

Na de kiestoon wordt uit de kiesinformatie van de abonnee bepaald of het om een uitgaande of een interne oproep gaat. In het eerste geval wordt een vrije lijn van de gewenste richting gezocht, waarna voorwaardelijke keuze toegepast wordt op de wegen in het TLN tussen AJ en OT. Wordt geen vrije weg gevonden, dan wordt het procédé herhaald met een andere vrije lijn van de uitgaande richting. Bij een interne oproep wordt, als de B-abonnee vrij is, een vrije BJ gezocht, waarna voorwaardelijke keuze toegepast wordt op de weg in het LLN tussen BJ en B-abonnee, en ook op de wegen in het TLN tussen BJ en AJ. Alleen als naar beide kanten van de BJ een vrije weg gevonden is wordt de verbinding AJ→B-abonnee opgebouwd. Is geen vrije weg gevonden, dan wordt het procédé herhaald met een andere vrije BJ.

Bij een binnenkomende oproep wordt even zo een weg van IT via BJ naar B-abonnee gezocht, en bij een transietverbinding een weg tussen IT en OT. Als voorbeeld van de eisen bij nominaal verkeer kan genoemd worden:

1% wachtkans voor abonnee →AJ

1% verlieskans van een bepaalde AJ of IT→ B-abonnee

1% verlieskans van een bepaalde AJ of IT→ uitgaande richting.(exclusief de kans dat de bundel bezet is, die niet samenhangt met het TLN)

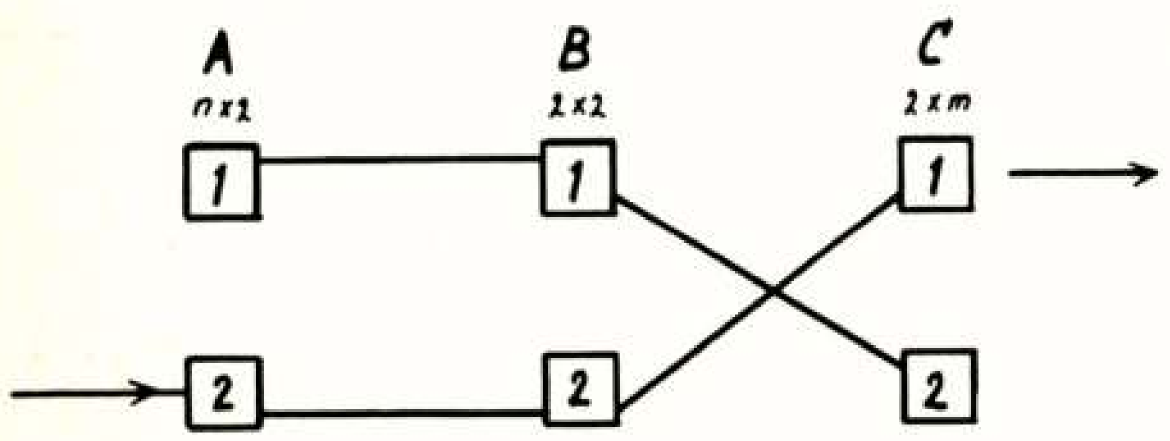
- Rendementsverloop:

In Fig. 2 blijkt de bedoeling van het LLN door de symbolische vorm ervan: het verkeer van veel abonneelijnen wordt geconcentreerd op veel minder AJ's en BJ's, die grofweg het zelfde rendement hebben als de binnenkomende en uitgaande lijnen. Het LLN is dus een reductienetwerk en het TLN is een mengnetwerk. Een voorbeeld van een deel van het LLN wordt gegeven in Fig. 3 met 512 ingangen en maximaal 32 AJ's en 32 BJ's als uitgangen (door multipeling van de C-uitgangen met die van een andere groep van 512 kunnen er minder AJ's en BJ's zijn per 512 abonnees). De A-trap heeft 64 schakelaars, die elk uit een matrix met 8 x 4 kruispunten bestaan. De schakelelementen in de kruispunten kunnen al of niet electronisch zijn (wat betekent, dat de centrale electronisch, resp. halfelectronisch is). Elk van de 8 ingangen van een A-schakelaar kan via het betreffende kruispunt met één van 4 B-schakelaars verbonden worden Elke A-schakelaar is met 4 verschillende B-schakelaars verbonden. Evenzo elke B-schakelaar met 8 verschillende A-schakelaars. Voor BC-schalmen geldt hetzelfde patroon. Feitelijk moeten in Fig. 3 in- en uitgangen van een schakelaar in overeenstemming met de werkelijkheid loodrecht op elkaar staan, maar daar is hier om tekentechnische redenen van vanaf gezien. In dit voorbeeld heeft het LLN 3 trappen. Meer trappen met kleinere

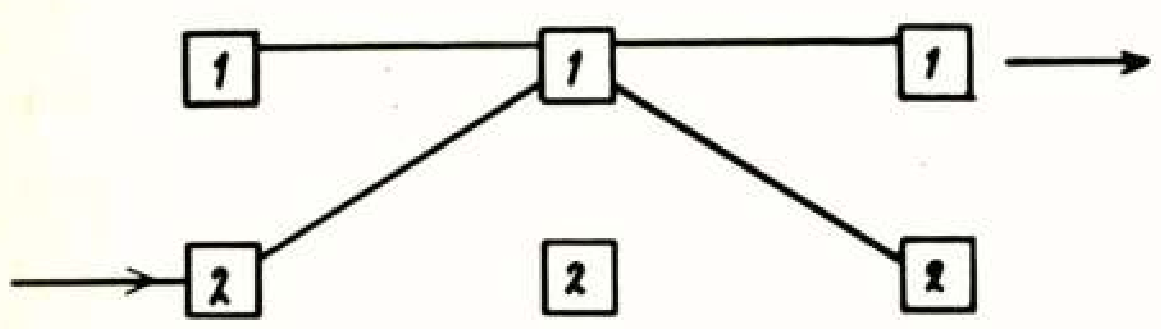
schakelaars kan tot dezelfde verkeersprestatie leiden bij minder kruispunten. Daar staat een ingewikkelder besturing tegenover, zodat in elk voorkomend geval een afweging moet plaats vinden.

Het TLN is een groot mengnetwerk met meer schakeltrappen, waarop hier niet verder ingegaan wordt. Het rendementsverloop van A-abonnee tot B-abonnee is dus hetzelfde als bij het vorige type centrale.

- (On)volledige bundels:
De voorwaardelijke keuze van wegen maakt dat alle schalmbundels onvolledige bundels zijn. Ook hier geldt dat de volgorde van zoeken bij het vinden van een vrije weg invloed heeft op de verlieskans. Dit kan geillustreerd worden aan het voorbeeld van Fig. 4, waar alleen bezette schalmen getekend zijn.



a) Verbinding A2-C1 over de minst bezette B-schakelaar



b) Verbinding A2-C1 over de meest bezette B-schakelaar

Fig. 4 Invloed van de zoekvolgorde bij het vinden van een vrije weg op de verlieskans.

Er is een weg A1-B1-C2 bezet, en een verbinding tussen A2 en C1 wordt gevraagd. Als deze via B2 gelegd wordt, zoals in Fig. 4a, kunnen er daarna geen verbindingen A1-C1 en A2-C2 meer gemaakt worden. Wordt de weg A2-B1-C1 gekozen ,zoals in Fig. 4b, dan kan dit nog wel. Blijkbaar is het verkeerstechnisch ongewenst het verkeer gelijkelijk over de B-schakelaars te verdelen. Als een reeds gebruikte schakelaar gekozen wordt, blijven er zo lang mogelijk wegen over een „lege" vrij.

Dit kan bij een dergelijk 3-traps netwerk tot een uiterste gevoerd worden door eerst een weg te zoeken via de meest belaste B-schakelaar, dan via de op één na meest belaste, enz. Het is echter duidelijk dat dit een toeslag op de processorbelasting betekent.

- Verkeersproblemen:
Er zijn hier door het verschil in wegzoekprocedure in het SWN andere verliesproblemen dan bij centrales met kiezers. De processor is een lijn die voor een oproep zeer veel deeltaken van verschillende prioriteit op wachtbasis verwerkt. Speciaal het voorkómen van te lange wachttijd van werk van lage prioriteit - vooral bij toenemend verkeer - is een belangrijk probleem hierbij. Het kan nodig zijn de binnenkomst van nieuwe oproepen min of meer af te remmen om overbelasting te voorkómen.

b. Tijd verdeeld SWN

Hier wordt kortheidshalve van een tijd-verdeeld SWN gesproken, ook als het trappen bevat waar „in ruimte geschakeld"wordt. Tijdverdeelde SWN zijn technisch heel anders dan ruimte-verdeelde, maar verkeerstechnisch is er schematisch een volledige analogie zoals uit een voorbeeld zal blijken. Elke trap van een SWN dat binnenkomende en uitgaande PCM-lijnen met elkaar moet verbinden, schakelt òf in tijd(T), òf in ruimte(S).Een TST-netwerk betekent dus dat er 3 schakeltrappen zijn, waarvan de twee buitenste in tijd en de middelste in ruimte schakelen. Als er b.v 16 richtingen zijn, die elk 512 tijdsleuven (TS) „aanvoeren" voor de spraak uit die richting en 512 TS „afvoeren" voor de spraak naar die richting, dan kan dit schematisch in een ruimte-verdeeld SWN vertaald worden, zoals in Fig. 5 gedaan is. De T-trappen zijn hier door ruimte-schakelaars vertaald. Een verbinding tussen richting 1 en richting 16, die TS1 gebruikt voor de spraak van 1 naar 16 wordt in dit analogen weergegeven door een belegging van de weg over de schakelaars A1-B1-C16. Als de spraak van 16 naar 1 TS2 gebruikt, is de weg over A16-B2-C1 ook belegd (om besturingstechnische redenen wordt er vaak een vaste koppeling tussen de B-schakelaars voor heen- en terugweg gelegd, b.v. een even/oneven paar).

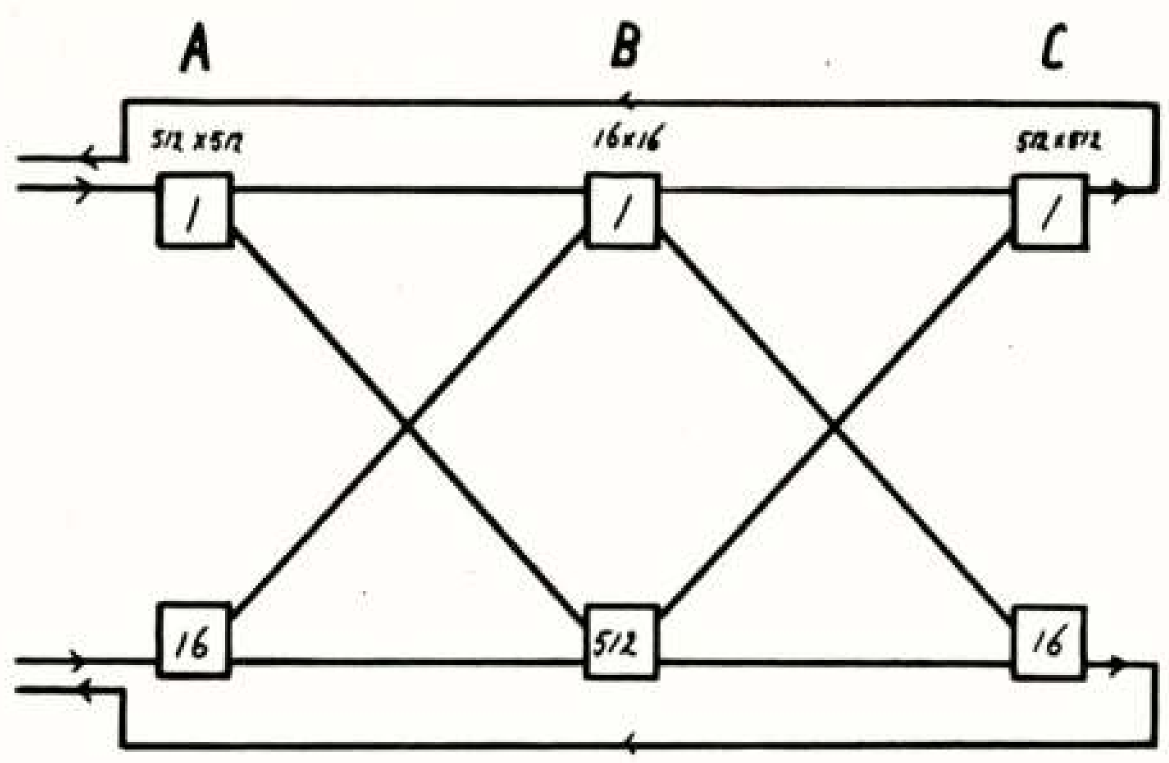


Fig. 5 Ruimte-verdeeld analogon van een TST-netwerk

Naast de analogie met ruimte-verdeelde SWN is er hier dus het principiële verschil dat er twee TS, en dus twee wegen, voor elke verbinding nodig zijn. Er is ook een andere opzet mogelijk waarbij twee identieke SWN, elk met 16x 256 ingangen, gebruikt worden, en elk voor één spraakrichting dient. Dan worden voor één verbinding twee identieke wegen belegd, in elk SWN één. Bij deze opzet heeft elk van de twee SWN dus een volledige analogie met een ruimteverdeeld SWN.

Wordt niet aan de voor het SWN vereiste verlieskans(en) voldaan, dan moet, als de schakelsnelheid dit toelaat, de uitgangsmaat van de A-trap, en dus ook de ingangsmaat van de C-trap, groter worden. Als dit kan, wil dat nog niet zeggen dat TST de beste oplossing is. Evenals dat bij ruimte-verdeelde SWN het geval is, moeten verschillende configuraties vergeleken worden.
Verkeerstechnisch is een belangrijk practisch verschil tussen ruimte- en tijd-verdeelde SWN dat in het ruimte-analogon van laatstgenoemden de schakelaarsveel groter zijn, zodat in vergelijkbare gevallen de verlieskans kleiner is.

Electronische centrales met gedecentraliseerde besturing

Een enkel woord over de toekomst is hier op zijn plaats. Het is vrijwel voorspelbaar dat er met de opkomst van de microprocessoren, centrales zullen komen, waarin microprocessoren voorkomen. Ze zullen dan schakelelementen zijn die meer functies vervullen, b.v. ten behoeve van signalering en het zoeken van vrije wegen. De tendens van de laatste 15-20 jaar van gedecentraliseerde naar centrale besturing zal dan weer omgekeerd worden.

Verkeersberekeningen en - simulaties

Bij een gegeven systeem met bepaalde dimensies (aantal abonnees, aantal schakeltrappen, schakelaarmaten, enz.) moet het verband tussen verkeer en verlieskans of wachtkans of dgl. vastgesteld worden, om de verkeersprestatie te kunnen beoordelen en vergelijken met alternatieven. Dit vaststellen gebeurt door berekening en/of simulatie. Berekening betekent hier kansrekening. Nu kunnen helaas bijna alleen voor volledige bundels exacte berekeningen uitgevoerd worden omdat andere situaties, en zeker de practische SWN of processoren, tot stelsels van vergelijkingen zouden leiden die te groot zijn om opgezet, en ook om opgelost te kunnen worden. Dit neemt niet weg, dat ook zeer vereenvoudigde modellen voor de praktijk van belang kunnen zijn, b.v. omdat ze grenzen aangeven voor wat bereikbaar is of omdat ze de invloed van parameters duidelijk laten zien.
Het is echter vaak nodig benaderende berekeningen te maken en simulaties kunnen dan dienen als contrôle op deze benaderingen omdat zij het werkelijke gebeuren dichter benaderen.

Het is wellicht nuttig hier even stil te staan bij de overeenkomsten en verschillen tussen berekening en simulatie.

Bij berekening worden kansverdelingen van aantallen bezette lijnen enz. afgeleid uit aangenomen statistische verdelingen van binnenkomst en houdtijden van oproepen. Door wiskundige manipulatie van deze kansverdelingen worden formules voor verlieskans enz. opgesteld.

Bij simulatie gaat men uit van dezelfde genoemde statistische verdelingen , maar men genereert door lotingen uit die verdelingen kunstmatige binnenkomsten en houdtijden van individuele oproepen. Deze binnenkomsten en houdtijden worden op een tijdas geplaatst. Met inachtneming van deze volgorde worden de kunstmatige oproepen aangeboden aan een min of meer natuurgetrouw model van de centrale (of een deel ervan) dat in de computer opgeslagen is. Het weg zoeken en beleggen, enz. wordt gestyleerd nagebootst, en van elke individuele oproep wordt zo nagegaan of hij verloren gaat, of wacht (en zo ja, waar en hoe lang), enz. Door dit voor zeer veel oproepen uit te voeren, kunnen verlieskansen en dgl. bepaald worden.

Simulatie heeft voor- en nadelen t.o.v. berekening. Voordelen zijn:

- ingewikkelder en realistischer modellen dan bij berekening kunnen onderzocht worden.
- factoren, die de werking van het onderzochte systeem beinvloeden, maar bij de berekening verwaarloosd worden, kunnen in de simulatie betrokken worden. (v.b.:herhaalde oproepen, time-outs).
- informatie over aantallen bezette lijnen enz. op allerlei plaatsen in het systeem kan vergaard worden.

Nadelen van simulatie zijn:

- Het vaststellen van kleine kansen vereist lange, en dus dure, computerruns.
- Er zijn moeilijke statistische problemen bij de bepaling van de simulatieduur (d.w.z. aantal oproepen) en lengte van de inloopperiode (d.i. tijd die verloopt tussen t=0 waarop het systeem leeg is, en een moment waarop statistisch evenwicht is bereikt).
- De invloed van parameters kan pas door verscheidene simulatieruns vastgesteld worden.
- Opsporen van fouten in het programma kan moeilijk zijn als controlegevallen ontbreken.

Voordracht gehouden op 16 november 1979 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 284) de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

N E T W O R K   M A N A G E M E N T

ir. F.J.M. van Diemen, ir. A.C.M. Hopmans, ir. M.W. Paulissen en ir. R. van der Ven
Dr. Neher Laboratorium van de PTT, Leidschendam

Network management involves controlling communications networks in order to carry traffic in the most efficient way, especially when the traffic actually offered deviates from the amount of traffic expected, or during periods of technical malfunctions. Reasons for the deviations are discussed. Two kinds of network management controls are illustrated: expansive (adaptive routing), and protective (restricting call surges). Futher, phenomena which may cause deterioration of the throughput of exchanges, and/or (parts of) the communications network, are described.

INLEIDING

Hoewel "network management" pas de laatste jaren onder deze naam op grote schaal in de belangstelling is gekomen, vindt het al toepassing sinds het bestaan van telefoonnetten. Voordat de automatisering van het telefoonverkeer een feit was, welke operatie in Nederland in 1962 was voltooid, werd het verkeer effectief afgewikkeld door telefonistes.

Door haar centrale rol bij de opbouw van de verbindingen beschikte ze over informatie omtrent de verkeersbelasting en was ze op de hoogte wanneer storingen waren opgetreden of als verbindingen om een andere reden niet tot stand konden worden gebracht.

Zij bezat de kennis en ervaring om passende maatregelen te treffen wanneer zich moeilijkheden voordeden. Gesprekken konden op een andere verbinding worden geschakeld wanneer de meest geschikte route niet beschikbaar was. Ook kon aan de oproeper worden meegedeeld dat de gewenste verbinding niet kon worden gemaakt, soms met vermelding van de oorzaak en de verwachte duur van de verstoring.

Met de invoering van automatisch werkende schakelsystemen werd de verantwoordelijkheid voor de besturingsfuncties bij de abonnees gelegd. Naast het belangrijke voordeel, niet meer afhankelijk te zijn van een telefoniste, bracht dit ook het nadeel met zich mee dat niet meer van haar kwaliteiten gebruik kon worden gemaakt.

Vooral bij de eerste automatisch werkende systemen deed zich dat gevoelen. Deze systemen waren van het directe type, d.w.z. de oproepende abonnee bepaalde eenduidig door de keuze van de cijfers de route door het net. Indien een deel van deze route (schakel- of transmissiemiddelen) niet beschikbaar was, kon de verbinding niet tot stand worden gebracht; een andere route was niet mogelijk en naar de reden van het mislukken kon slechts worden gegist.

Later zijn de indirecte systemen ingevoerd, waarvan de registers weer een deel van de besturingsfuncties overnamen, met name ten aanzien van de verbindingsopbouw.

De introductie van processorbestuurde centrales ("stored program control", afgekort met spc) biedt veel nieuwe mogelijkheden. Deze systemen worden gekenmerkt door een grotere intelligentie en flexibiliteit ten aanzien van de besturing van het telecommunicatieproces. Ze zijn in principe in staat om onderling informatie uit te wisselen betreffende de status van het net en de verkeerssituatie erin en de verkeersafwikkeling dienovereenkomstig te regelen. Deze mogelijkheden geven het begrip "management" meer inhoud.

WAT IS "NETWORK MANAGEMENT"?

Over het begrip "network management" bestaat wel eens verwarring. Het is daarom van belang dit begrip nader toe te lichten. Omdat het een Engelse term betreft, is het bovendien een goede zaak om even stil te staan bij een mogelijke vertaling.

"Network" kan worden vertaald met "net" of "netwerk". Het woordenboek van Van Dale zegt over "net" "een samenstel van elkaar kruisende of snijdende lijnen, etc." en over "netwerk" "werk, dat gevlochten is als, of gelijkenis vertoont met een net". Beide omschrijvingen vertonen een grote gelijkenis. In de techniek wordt er wel een onderscheid gemaakt tussen de begrippen "net" en "netwerk". In samenhang met telecommunicatie of telefonie is "net" gebruikelijk.

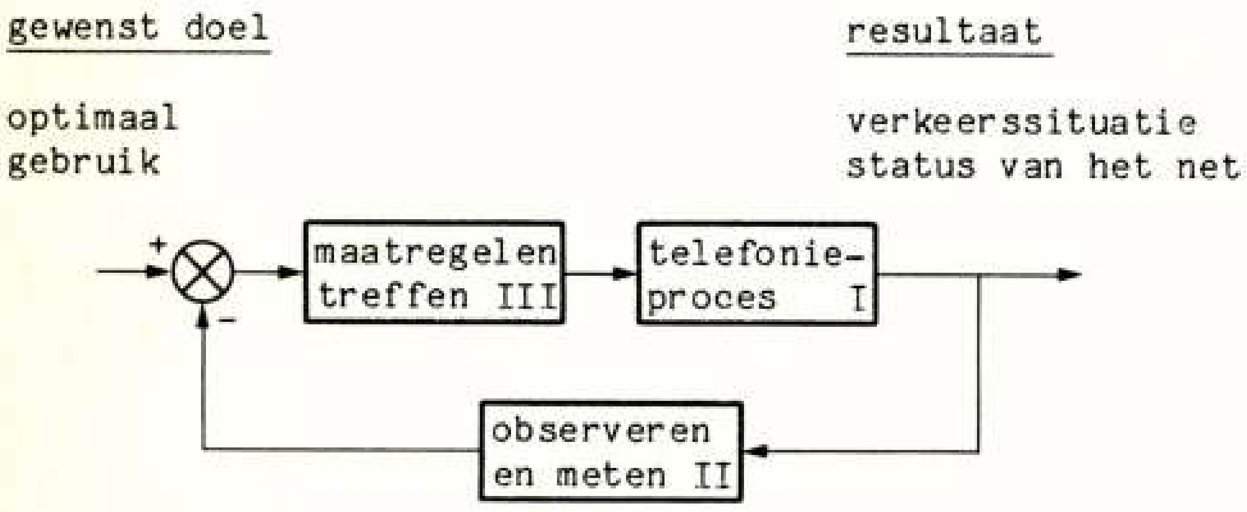
"Management" komt in Van Dale's vocabulaire niet voor. "Management" in algemene zin kan de betekenis hebben van beheren, zoals het beheren van een magazijnvoorraad, maar ook besturen, begeleiden of zelfs beheersen.

"Network management" duidt vooral op het beheersen van het proces van de verkeersafwikkeling in het telecommunicatienet, meer dan het beheren van het telecommunicatienet als verzameling van middelen.

Vandaar dat in de literatuur ook wel de benaming "traffic flow management" wordt gebruikt.

In het navolgende zal de term "network management" worden gehanteerd.

De genoemde procesbeheersingsgedachte komt ook tot uiting in de definitie van network management, (CCITT, 1976), die kan worden toegelicht aan de hand van het regeltechnisch schema, weergegeven in figuur 1.

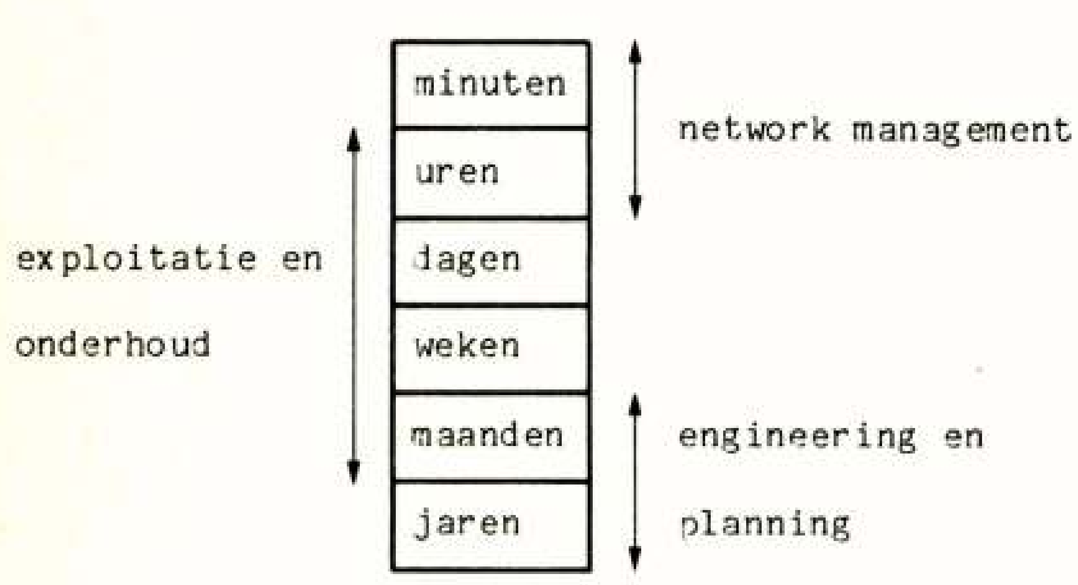


figuur 1: network management als procesbesturing

Network management is het bewaken van het telefonieproces (I) in het net, met als doelstelling onder alle omstandigheden een zo nuttig mogelijk gebruik van de telecommunicatiemiddelen te verzekeren. Deze functie vereist een permanent observeren en meten (II) van het telefoniegebeuren en, wanneer noodzakelijk, het treffen van maatregelen (III).

De doelstelling kan meer expliciet worden verwoord als het maximaliseren van de hoeveelheid geslaagde oproepen, door het volledig benutten van de beschikbare middelen die in het net aanwezig zijn. Een voorwaarde hierbij is dat aan alle deelverkeersstromen een redelijke service dient te worden geboden.

In figuur 2 is globaal weergegeven op welke termijnen de activiteiten van een telecommunicatiebedrijf zich afspelen. Network management vindt plaats op de meest korte termijn.



figuur 2: telecommunicatie-activiteiten geplaatst langs een tijdschaal.

Dit heeft consequenties voor de wijze waarop metingen moeten worden verricht en de verkregen informatie moet worden verwerkt en uitgewisseld. De systematische beschikbaarheid van gegevens in het voor network management weergegeven tijdbestek is tot nu toe bij de operationele diensten slechts op zeer bescheiden schaal aan de orde.

PROBLEEMSTELLING

Problemen in het telecommunicatieproces zijn steeds terug te voeren tot het niet juist op elkaar afgestemd zijn van het verkeersaanbod en de beschikbare bedrijfsmiddelen, nodig om dat aanbod te kunnen verwerken.

Het verkeersaanbod kan zo groot zijn dat de ingezette middelen het niet goed kunnen verwerken, maar het is ook mogelijk dat een verwacht verkeersaanbod niet kan worden afgewikkeld omdat het potentieel aan middelen niet toereikend is. Om deze probleemstelling meer genuanceerd te kunnen toelichten lijkt het zinvol het dimensioneringsproces aan een nadere beschouwing te onderwerpen.

Aan de hand van historische gegevens, verkeersmetingen en marktverkenningen tracht men een indruk te krijgen van de omvang van de toekomstige telecommunicatiebehoeften. De verkeersmetingen worden herleid tot gemiddelde drukke-uur waarden van bundels en centrales en als zodanig gebruikt. Met historische gegevens worden hier bedoeld het aantal aansluitingen, de grootte van de wachtlijst, het aantal verhuizingen, etc. Door marktverkenningen wordt additionele informatie verkregen over het in de toekomst te verwachten aantal aansluitingen en het te verwachten verkeersaanbod.

Met de genoemde gegevens wordt een prognose van het verkeersaanbod opgesteld welke tezamen met criteria die aan de dienstverlening worden gesteld, resulteert in de berekening van de benodigde hoeveelheid middelen.

Deze dimensionering is gebaseerd op de gemiddelde drukke-uur waarden van het verwachte verkeersaanbod. Uitgaan van een gemiddelde waarde betekent dat het werkelijke verkeersaanbod zowel naar boven als naar beneden afwijkt van die gemiddelde waarde: het aangeboden verkeer heeft een stochastisch karakter.

De keuze van de drukke-uur waarde als uitgangspunt heeft tot gevolg dat het verkeersaanbod in de tijd meer beneden dan boven het gemiddelde zal liggen. Bovendien worden door het voorspellingsproces fouten geintroduceerd: bij verkeersmetingen kunnen fouten worden gemaakt, de interpretatie kan niet geheel juist zijn of de resultaten van de marktverkenningen kunnen niet overeenkomstig de werkelijkheid blijken te zijn.

Ook kunnen afwijkingen optreden in de gewenste inzet van schakel- en transmissiemiddelen zodat bij de verwachte drukke-uur belasting niet meer aan de service-eisen wordt voldaan. Deze afwijkingen kunnen worden veroorzaakt door onjuistheid of onnauwkeurigheid van de methode van inzet maar ook door het optreden van storingen.

Bij een juiste dimensionering zal het net derhalve aan de gebruikers een service bieden die gedurende het merendeel van de tijd uitgaat boven de service die wordt verleend bij een aanbod zoals tijdens het gemiddelde drukke-uur. Gedurende een klein deel van de tijd zal dit niveau van dienstverlening niet worden bereikt ten gevolge van stochastische variaties boven de gemiddelde drukke-uur belasting maar ook ten gevolge van bijzondere gebeurtenissen zoals extreme weersomstandigheden, rampen, politieke gebeurtenissen, telefoonspelletjes, etc.

Behalve naar belastingsgraad kunnen wijzigingen in het verkeersaanbod ook worden onderverdeeld naar de snelheid waarmee ze optreden en de voorspelbaarheid ervan (zie figuur 3). Ten aanzien van de snelheid kan worden gesteld dat zeer snelle verschijnselen voorkomen zoals bijvoorbeeld bij de aanvang van een telefoonspelletje maar ook verschijnselen met een trager karakter, bijvoorbeeld ten gevolge van structurele wijzigingen die bij de prognose niet werden voorzien (groei van een stadsdeel, vestiging van grote bedrijven, etc.). Hiermee is tevens het facet van de voorspelbaarheid aan de orde gesteld.

belastingsgraad	
overbelast	- te kort aan middelen of een te groot aanbod
	- gemiddelde drukke uur
onderbelast	- gedurende nachtelijke uren
snelheid	
snel	- begin van telefoonspelletjes
	- optreden drukke uur
langzaam	- structurele afwijkingen
voorspelbaarheid	
onvoorspelbaar	- stochastische pieken, storingen
	- weersgesteldheid ?
voorspelbaar	- telefoonspelletjes via radio of tv

figuur 3: fluctuaties in het verkeersaanbod

In figuur 4 zijn de oorzaken van de verschillen tussen het werkelijk verkeersaanbod en het verwachte aanbod tijdens het drukke uur enerzijds, en tussen de in dienst zijnde middelen en de gewenste inzet anderzijds, nog eens samengevat.

werkelijk verkeersaanbod - verwacht aanbod tijdens drukke uur

verschillen door:

* fluctuaties in verkeersaanbod
* onzekerheid in de voorspelling

in werking zijnde apparatuur - gewenste inzet

verschillen door:

* storingen
* onnauwkeurigheid of onjuistheid van methode van inzet

figuur 4: afwijkingen in verkeersaanbod en middeleninzet

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat de in dienst zijnde middelen gedurende een deel van de tijd onderbezet zijn en soms ook overbezet. Network management richt zich erop overbezetting te voorkomen, in de eerste plaats door gebruik te maken van middelen elders in het net die op dat moment niet bezet zijn, en op de tweede plaats, zo deze middelen ontbreken, door ervoor te zorgen dat het verkeer in de richting van de overbezette middelen wordt beperkt. De beide soorten maatregelen worden respectievelijk aangeduid met "uitbreidende maatregelen" en "beperkende maatregelen".

Door deze maatregelen te initieren op basis van actuele informatie over de status van het net en de verkeerssituatie erin, kan in principe meer adequaat worden gereageerd op storingen in bedrijfsmiddelen en verstoringen in het telecommunicatieproces. Een meer efficiente verkeersafwikkeling, juist onder afwijkende omstandigheden, kan het resultaat zijn.

UITBREIDENDE MAATREGELEN

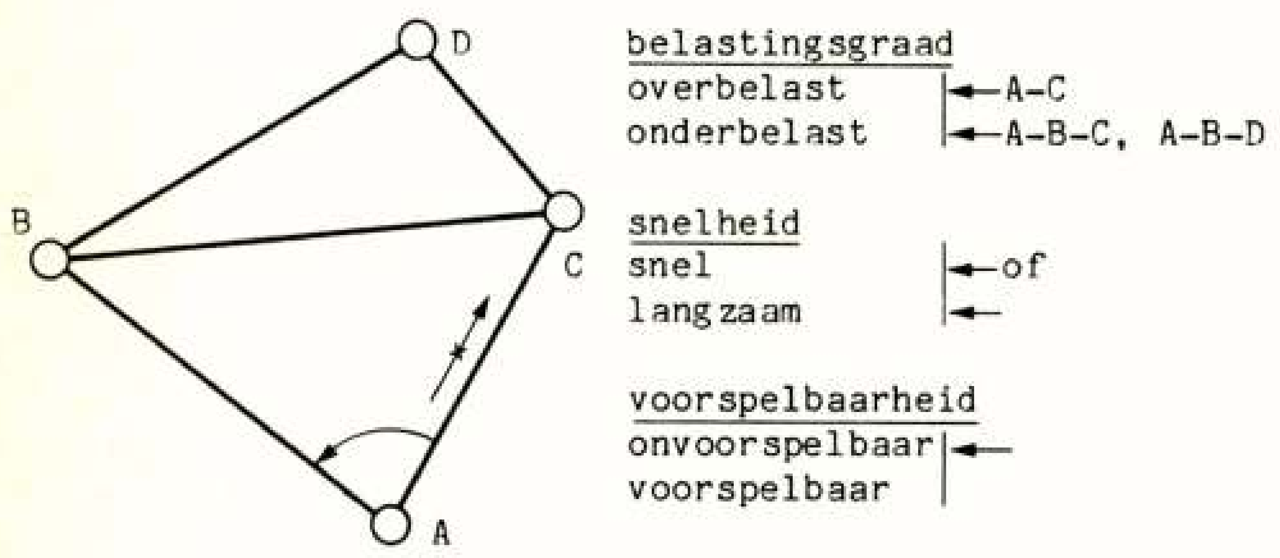
Uitbreidende maatregelen zijn voorzieningen om licht belaste bedrijfsmiddelen beschikbaar te stellen aan verkeer dat volgens de gebruikelijke regels via een andere route zou worden afgewikkeld, teneinde een efficienter gebruik van het net te bewerkstelligen.

De ruimte die op deze wijze ontstaat kan in principe op twee manieren worden gebruikt:

1. Rechtstreeks ten goede komend aan de dienstverlening aan de abonnee; door gebruik van "additionele" bedrijfsmiddelen wordt het immers mogelijk gesprekken te doen slagen die zonder deze maatregel zeer waarschijnlijk zouden mislukken.
2. Ten goede komend aan het telecommunicatiebedrijf, door met de te winnen ruimte rekening te houden in het dimensioneringsproces, en derhalve indirect ook ten

goede komend aan de abonnee door een lagere tariefstelling.

De figuren 5 en 6 zijn voorbeelden van beide toepassingen. De verkeerssituatie ten aanzien van de belastingsgraad, de snelheid van optreden en de voorspelbaarheid is aangegeven met pijlen.



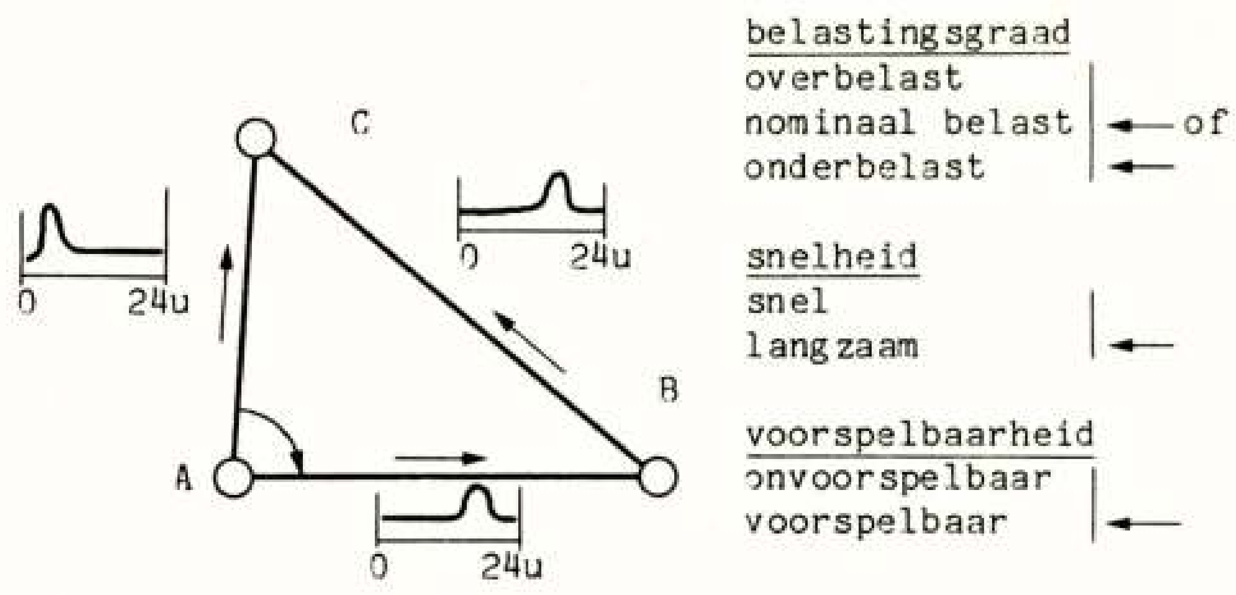
figuur 5: voorbeeldsituatie 1

Figuur 5 geeft een deel van een telecommunicatienet weer, met de centrales A, B, C en D. Verondersteld wordt dat er een bepaalde verkeersinteresse is van centrale A naar centrale D en dat het verkeer tussen deze twee knooppunten overeenkomstig de gebruikelijke methode van verkeersafwikkeling wordt afgewikkeld via knooppunt C. Wanneer de route tussen centrale A en C volledig bezet is, zullen nieuwe oproepen gedoemd zijn te mislukken.

Een dergelijk overmatig aanbod kan zeer lokaal zijn, uitsluitend op de relatie A-C, terwijl tegelijkertijd op de relaties A-B, B-C en B-D verbindingsmiddelen ongebruikt blijven. Wanneer ervan wordt uitgegaan dat zo'n belastingsverdeling onvoorspelbaar is, kan deze slechts worden geconstateerd met behulp van metingen ten tijde van de situatie. De manier waarop moet worden gemeten, permanent of op discrete momenten, c.q. met welke frequentie, hangt af van de snelheid waarmee belastingssituaties zich kunnen wijzigen.

Afhankelijk van de uitkomst van de metingen wordt de wijze van routeren aangepast, in de situatie van figuur 5 bijvoorbeeld zodanig dat verkeer van A naar D ook kan worden afgewikkeld via A-B-D en/of via A-B-C-D. Het net wordt hiermee ongevoeliger voor piekbelastingen hetgeen de service aan de abonnee ten goede komt.

In de tweede voorbeeldsituatie, geillustreerd in figuur 6, wordt de ruimte die door de daarin toegepaste uitbreidende maatregel ontstaat, benut voor een krappere dimensionering.



figuur 6: voorbeeldsituatie 2

Ook hier is een deel van een net weergegeven, met knooppunten A, B en C. Er is een verkeersinteresse van A naar B, van A naar C en van B naar C. De belastingssituatie op deze relaties wordt zodanig verondersteld dat ze juist is afgestemd op de gedimensioneerde hoeveelheid middelen, bijvoorbeeld voor iedere relatie een blokkeringskans van 1% tijdens het gemiddelde drukke uur op die relatie. Voorts wordt ervan uitgegaan dat er een verschil is in de verdeling van het verkeersaanbod over de dag: op de relatie A-C wordt een profiel met een ochtendpiek verondersteld, op de relaties A-B en B-C een dagprofiel met een piek gedurende de avond. Dergelijke situaties kunnen bijvoorbeeld voorkomen in stedelijke agglomeraties waarbinnen een duidelijk onderscheid is tussen de woon- en de werkwijken. De snelheid waarmee de genoemde belastingswijzigingen optreden is in dit voorbeeld niet zo relevant, omdat de metingen van de drukke-uren vooraf kunnen worden verricht; deze belastingssituaties zijn immers tot op zekere hoogte voorspelbaar.

In een situatie als de voorgaande is het tot nu toe gebruikelijk de bedrijfsmiddelen te dimensioneren op de gemiddelde drukke-uur verkeerswaarden, c.q. op de ochtendpiek, respectievelijk de spits tijdens de avond.

Wanneer in centrale A gedurende de ochtendpiek van relatie A-C een deel van het verkeer op A-B gerouteerd wordt over A-B-C, op welke relatie gedurende deze tijd middelen niet bezet zijn, ontstaat op de relatie A-C ruimte. De verkeersmiddelen op de relatie A-B en B-C worden zo efficienter gebruikt omdat ze ook 's morgens vollediger zijn belast. Ten gevolge daarvan behoeven op de relatie A-C minder middelen te worden ingezet.

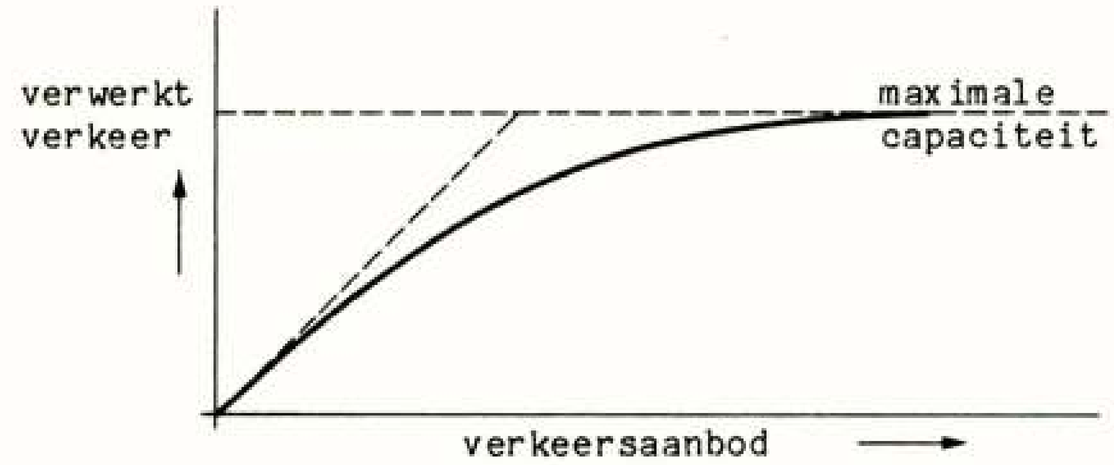
Toepassing van dit laatste zal met de nodige voorzichtigheid moeten worden omgeven. De netconfiguraties en de belastingssiuaties zijn veel gecompliceerder dan in het voorbeeld is aangegeven,

o.a. omdat ook andere relaties invloed kunnen hebben op de belasting van A-C. Bovendien zal ook de overbelastingsgevoeligheid van het net een rol kunnen spelen: Wanneer met minder middelen dezelfde prestatie moet worden geleverd, zal het net minder bestand zijn tegen eventualiteiten zoals storingen of een onverwacht hoog verkeersaanbod.

BEPERKENDE MAATREGELEN

Beperkende maatregelen zijn bedoeld om oproepen uit (een deel van) het net te weren die een geringe kans van slagen hebben. Het is van belang om deze oproepen zo vroeg mogelijk in de opbouwfase te onderkennen opdat de ruimte die verloren gaat ten gevolge van beleggingen door niet tot een gesprek resulterende oproepen minimaal blijft.

Ook voor beperkende maatregelen geldt de doelstelling van network management: het nastreven van een zo efficient mogelijk gebruik van het net. Waarom verkeersbeperkende maatregelen nodig kunnen zijn om aan genoemde doelstelling te beantwoorden, behoeft wellicht enige toelichting. Het ligt immers voor de hand te veronderstellen dat het net efficienter wordt gebruikt naarmate meer verkeer wordt aangeboden, zoals weergegeven in figuur 7.



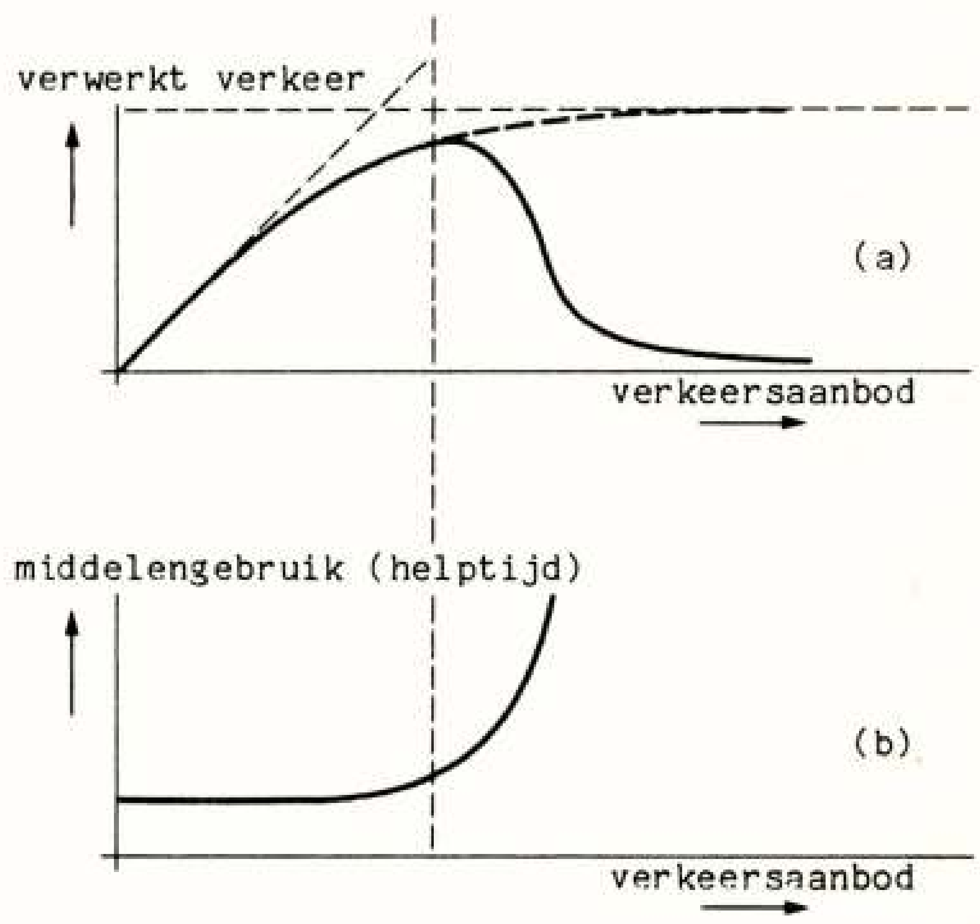
figuur 7: verwerkt verkeer, uitgezet tegen het aangeboden verkeer

Horizontaal staat het verkeersaanbod, verticaal is het verwerkt verkeer uitgezet. Bij een gering verkeersaanbod wordt evenveel verkeer verwerkt als aangeboden. De in figuur 7 geschetste kromme start onder een hoek van 45 . Naarmate het verkeersaanbod toeneemt, worden de blokkeringskansen groter en tendeert de hoeveelheid verwerkt verkeer naar een bovengrens, in de figuur aangegeven met "maximale capaciteit".

Wanneer voorgaande beschouwing juist zou zijn, behoeven geen verkeersbeperkende maatregelen te worden genomen: De maximale capaciteit wordt vanzelf bereikt als het verkeersaanbod groot genoeg is. Het teveel aan aangeboden verkeer wordt geblokkeerd.

Illustratief bij het aannemelijk maken dat deze veronderstelling niet altijd juist is, is het autoweg-model, (Gimpelson, 1974). Ook een autoweg heeft een maximale capaciteit. Bij een toenemend verkeersaanbod zal het aantal auto's dat per tijdseenheid een zeker punt passeert (c.q. het verwerkt verkeer) aanvankelijk toenemen met het aanbod. Indien het aantal auto's op een autowegtraject verder wordt opgevoerd, zullen de voertuigen elkaar echter gaan hinderen.

Het middelengebruik per auto per eenheid van afgelegde weg (c.q. de tijdsduur dat een auto ruimte op de weg inneemt om zich over een zekere afstand te verplaatsen) neemt toe, zie figuur 8b. De voertuigen moeten langzamer gaan rijden en eventueel zelfs tot stilstand komen . Op dat moment is de hoeveelheid verwerkt verkeer gereduceerd tot nul.



figuur 8: het verwerkt verkeer en het middelengebruik per te bedienen eenheid, uitgezet tegen het aanbod

Een aan dit model aangepaste versie van figuur 7 is weergegeven in figuur 8a. De hoeveelheid verwerkt verkeer nadert niet asymptotisch tot een bepaalde verzadigingswaarde, maar bereikt een zeker maximum om vervolgens bij een verdere toeneming van het aanbod snel af te nemen.

Dit verschijnsel is overigens kenmerkend voor alle bedieningssystemen die meer tijd of middelen per klant behoeven naarmate het aanbod van klanten groter is. Telefooncentrales en netten waarin deze centrales zijn opgenomen, behoren ook tot deze categorie van systemen en vertonen een gedrag als geschetst in figuur 8.

Hetzelfde verschijnsel kan behalve bij een toenemend verkeersaanbod, zich ook voordoen bij storingen in schakel- of transmissiemiddelen. Het

maximum in figuur 8a zal meer naar links komen te liggen. Ervan uitgaande dat ten gevolge van de storing het verkeersaanbod niet veranderd, kan dit betekenen dat de aanbodswaarde groter is dan het aanbod bij het dan geldende maximum: de centrale, het net of een deel ervan geraakt in een inefficiente toestand. Ook in dit geval zijn verkeersbeperkende maatregelen noodzakelijk.

Om een beter inzicht te verkrijgen in het mechanisme dat aan de daling van de hoeveelheid verwerkt verkeer ten grondslag ligt, zullen enkele fenomenen dienaangaande worden toegelicht. Deze verschijnselen treden in het net op bij een grote toeneming van het verkeersaanbod of bij een vermindering van de ingezette middelen, hierna aan te duiden met "afwijkende omstandigheden".

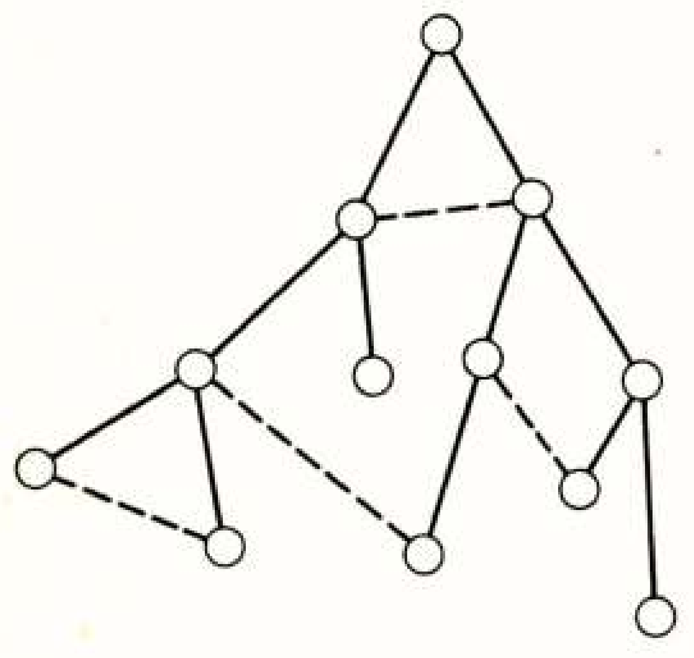
Meer blindbeleggingen

Tijdens normale omstandigheden zal een deel van de oproepen mislukken. Foutieve handelingen van de oproeper, het niet opnemen van de microtelefoon en het reeds bezet zijn van de opgeroepene zijn de meest voor de hand liggende oorzaken. Een gering deel van het aantal pogingen zal mislukken omdat geen bedrijfsmiddelen beschikbaar zijn om de weg van oproeper naar opgeroepene op te bouwen en in stand te houden. De laatste categorie van mislukte oproepen kan onder afwijkende omstandigheden sterk toenemen. Herhaalde oproepen zullen dit effect nog versterken.

Voor iedere poging om een route tussen een oproeper en een opgeroepene in te stellen, worden schakel- en transmissiemiddelen belegd. Een mislukte poging betekent dat deze middelen tevergeefs in beslag zijn genomen en dat daarmee wordt bijgedragen tot een inefficient gebruik van het net.

Meer gebruik van alternatieve routes

De meeste telefoonnetten, zo ook het Nederlandse, hebben een basisconfiguratie die getrapt stervormig is, zie figuur 9.



figuur 9: getrapt stervormige netstructuur met dwarsverbindingen

Bij voldoende verkeersinteresse tussen twee centrales in het net wordt het economisch aantrekkelijk om dwarsverbindingen in te zetten. Het verkeer wordt hierover bij voorkeur gerouteerd omdat dan minder bedrijfsmiddelen nodig zijn voor de verbinding tussen oproeper en opgeroepene. Indien zo'n dwarsverbinding volledig is belegd, wordt overgelopen op bundels die deel uit maken van het getrapt stervormig net, met als gevolg dat meer middelen per oproep in beslag worden genomen.

Langere wachttijden

In de centrales is apparatuur aanwezig die door meer verbindingen gemeenschappelijk wordt gebruikt. Het betreft apparatuur die alleen operationeel is tijdens de opbouwfase van de gesprekken, zoals registers, kiesinformatie-ontvangers en -zenders. Op het moment dat de spreekweg in de centrale is doorgeschakeld, wordt deze apparatuur vrij gemaakt om weer gebruikt te kunnen worden voor het opbouwen van een ander gesprek.

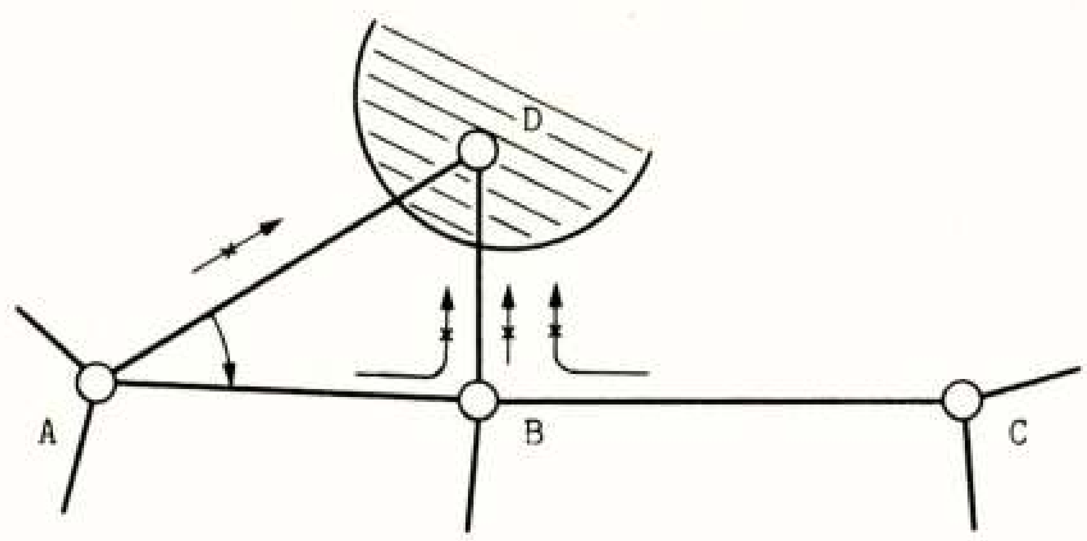
Als deze apparatuur bezet is, bestaat de mogelijkheid om enige tijd te wachten tot een van de gewenste apparaten vrij komt. Naarmate het verkeersaanbod groter is, worden de wachttijden langer, weliswaar tot een zekere bovengrens is bereikt.

Langere doorschakeltijden

Tussen de in- en uitgang van een centrale moet een schakelnetwerk worden doorlopen dat meestal bestaat uit verschillende schakeltrappen. Een druk bezet schakelnetwerk betekent vaak een langduriger procedure om een vrije weg in te stellen tussen een ingang en een gewenste vrije uitgang.

Hierboven zijn enkele facetten van de verkeersafwikkeling opgesomd die alle ertoe bijdragen dat per geslaagde oproep meer middelen, of dezelfde hoeveelheid middelen gedurende een langere tijd nodig zijn, naarmate het aantal oproepen groter wordt. Met verkeersbeperkende maatregelen moet worden voorkomen dat het aanbod escaleert tot een inefficiente toestand van het systeem waarin het verkeer wordt verwerkt. De beperkende maatregelen hebben juist tot doel dat het systeem zo efficient mogelijk functioneert.

Een voorbeeld van beperkende maatregelen is het gebruik van zogenaamde "hard-to-reach"-codes, zoals wordt toegepast in de No. 4 ESS-centrales in de USA, (Greene, 1977). In figuur 10 is een voorbeeldsituatie weergegeven waarin deze maatregel toepasbaar is.



figuur 10: voorbeeldsituatie met beperkende maatregel

Het gebied waarin centrale D is gesitueerd, is getroffen door zeer zware sneeuwval. De centrales A, B en C hebben een grote verkeersinteresse naar D. Centrale D is niet in staat dit aanbod met handhaving van een redelijke dienstverlening te verwerken en raakt overbelast. Vanuit A is D niet meer rechtstreeks te bereiken. A-D is volledig belegd met tot mislukken gedoemde oproepen. Omdat de oproepen niet slagen, worden veel extra, herhaalde oproepen gegenereerd, met als gevolg dat veel wordt overgelopen op de relatie A-B. Centrale B krijgt uit deze richting en uit allerlei andere richtingen veel verkeer aangeboden voor D, terwijl D het niet kan verwerken. Ook centrale B raakt in een inefficiente toestand.

Op deze wijze is een situatie ontstaan waarin ook de oproepen die worden afgewikkeld buiten het rampgebied niet tot stand kunnen komen. Het beperken van verkeer, bestemd voor centrale D, in de centrales A, B en C, en eventueel ook in andere centrales zo dicht mogelijk bij de bron, is hier de oplossing. In deze centrales moet bekend zijn dat centrale D moeilijk bereikbaar, "hard-to-reach", is. Aan de hand van het gekozen nummer kan dan worden beslist of een oproep doorgang kan vinden of niet.

Deze maatregel dient een meerledig doel:
- verkeer dat gebruik maakt van bedrijfsmiddelen buiten het getroffen gebied kan verzekerd blijven van een redelijke service,
- het net, c.q. de centrale in het getroffen gebied, raakt niet overbelast zodat zowel verkeer binnen het gebied als verkeer naar buiten mogelijk blijft.

De laatste mogelijkheid kan bij calamiteiten van wezenlijk belang zijn.

CONCLUSIES

In dit artikel is het begrip network management behandeld. Network management verschaft een flexibiliteit ten aanzien van de verkeersafwikkeling die een zo efficient mogelijk gebruik van de beschikbare middelen moet garanderen.

Als baten zijn genoemd het kunnen opvangen van onverwachte verkeerssituaties en het snel kunnen anticiperen op storingen in bedrijfsmiddelen waardoor een betere service kan worden geboden aan de abonnee. Van groot belang is de functie van network management als beschermer van essentiele diensten onder catastrofale omstandigheden.

Voorts is ook overwogen dat wellicht besparingen kunnen worden gedaan op de hoeveelheid in te zetten middelen. Wel dient dan echter rekening te worden gehouden met een vermindering van de hoeveelheid ruimte, waardoor het net gevoeliger wordt voor overbelasting.

Een indirect voordeel van het toepassen van network management is de kennis die hiermee expliciet wordt omtrent de status van het net en de verkeerssituatie daarin. Dientengevolge kunnen op meer verantwoorde wijze prioriteiten worden gesteld op het terrein van planning van nieuwe bedrijfsmiddelen en van exploitatie- en onderhoudsactiviteiten.

REFERENTIES

CCITT, Sixth plenary assembly,
Geneva, 27 september - 8 october 1976,
Orange Book, Volume II.2, part IV,
section 2 - International network mangement.

Gimpelson, L.A.,
Network Management: Design and Control of Communications Networks,
Electrical Communication, 49 (1974) 1, p. 4-22.

Greene, T.V., Haenschke, D.G., Hornbach, B.H. en Johnson, C.E.,
No. 4 ESS: Network Management and Traffic Administration,
The Bell System Technical Journal, 56 (1977) 7, p. 1169-1202.

Voordracht gehouden op 16 november 1979 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 284) de Sectie voor Telecommunicatie techniek KIvI en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.








IEEE BENELUX SECTIE
NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(286ste werkvergadering)
SEKTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI

UITNODIGING

voor de lezingendag over Digitale Audio op dinsdag 19 februari 1980 in het Natuurkundig laboratorium van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Prof. Holstlaan te Eindhoven.

PROGRAMMA:

[illegible].00 uur	Ontvangst en koffie	
10.30 uur	Ir. L.D.J. Eggermont en Dr. P.J. Berkhout (Philips Natuurkundig Laboratorium) Digitale audio: vragen en vooruitzichten	foto 1 en 2
11.15 uur	Ir. R. van der Plassche en E.C. Dijkmans (Philips Natuurkundig Laboratorium) A/D en D/A omzetting van audiosignalen.	foto 3
11.45 uur	Ir. L. Vries (Philips Natuurkundig laboratorium) Foutcorrectie en -detectie voor de Compact Disc	foto 4
12.15 uur	Lunch, aangeboden door het Natuurkundig Laboratorium van Philips.	
14.00 uur	Ir. H. Hoeve (Philips Compact Disc laboratorium) Het Philips Compact Disc systeem.	foto 5
14.30 uur	B. Blütghen (Polygram Hannover) General aspects of digital audio for the studio	foto 6
15.00 uur	Theepauze	
15.30 uur	P. Berg (RU Utrecht, Instituut voor Sonologie) Muzikale mogelijkheden voor digitale klanksynthese.	foto 7
16.00 uur	Sluiting	

Aanmelding dient te geschieden vóór 8 februari 1980 door inzending van de aangehechte kaart, ingevuld en gefrankeerd met een postzegel van 40 cent. De deelname is beperkt tot 100 personen. Gelieve bij verhindering zo vroegtijdig mogelijk bericht te sturen. Deelname aan de lunch is uitsluitend mogelijk door opgave vooraf.

Eindhoven, december 1979

Namens de samenwerkende verenigingen,
Dr. Ir. T.A.C.M. Claasen
Telefoon overdag 040 - 742966
's avonds 040 - 866358



PROPAGATIE EXPERIMENTEN MET GEOSTATIONAIRE SATELLIETEN BIJ FREKWENTIES BOVEN 10 GHz

dr. ir. E.J. Maanders

Technische Hogeschool Eindhoven, Afdeling der Elektrotechniek, vakgroep Telecommunicatie

This paper describes the technical and scientific aspects of radio propagation measurements with geostationary satellites at frequencies above 10 GHz. The influence of hydrometers is discussed. Attention is paid to scintillation and polarisation effects. The importance of radiometers and weather radar is emphisised. A survey is given of the results with ATS-6 obtained in the Netherlands.
The present geostationary satellites OTS and SIRIO are introduced and a survey of their possibilities to the radiopropagation research is given.

1. INLEIDING

Onderzoek naar de eigenschappen van het radio-transmissie medium is om een tweetal redenen van belang geweest t.w. om inzicht te verkrijgen in de eigenschappen van communicatie-ketens welke met behulp van het medium tot stand gebracht werden en om zuiver wetenschappelijke redenen, door het fysisch inzicht dat verkregen werd in verband met de zich in de atmosfeer afspelende processen.

Toen dit onderzoek in de eerste helft van deze eeuw in de belangstelling kwam was dit meer onder auspiciën van enkele grotere fysische instituten dan van instellingen die zich op het gebied van de Telecommunicatie bewogen. Wat betreft de voortplanting van zeer lange golven was het ook geen groot bezwaar dat het onderzoek slechts op enkele plaatsen op de wereld plaats vond.

Anders werd dit bij het karakteriseren van het medium voor die situaties waarin de ionosfeer een rol speelt. Condities verband houdend met de lokatie (tropen-gematigde luchtstreken - polaire gebieden, ligging t.o.v. de magnetische polen enz.) gaan duidelijk een rol meespelen. Men ziet nu dan ook in een groot aantal landen ionosferische peilstations ontstaan, stations waarvan de gegevens een essentiële bijdrage geleverd hebben tot het inzicht dat thans in de ionosfeer bestaat. Dit inzicht was nodig om redelijk betrouwbare verbindingen te verkrijgen.

Wat betreft de troposfeer als transmissie-medium, voor de aanvankelijk in gebruik genomen banden (b.v. λ = 3m - 3 cm) kan men, globaal gesproken, volstaan met een nogal algemene beschrijving van de troposfeer; lokale karakterisering was nauwelijks nodig. Echter bij het korter worden van de golflengten gaan lokale condities zowel wat betreft het terrein als wat betreft die van de atmosfeer een steeds grotere rol spelen. Omdat in het bijzonder regen - meer algemeen hydrometeoren - een sterke invloed op de absorptie heeft en regen zelfs in een klein land een nogal lokaal karakter heeft, is het voor frekwentiebanden 10-100 GHz steeds meer noodzakelijk dat het aantal meetpunten sterk wordt uitgebreid.

Om het hoofd te bieden aan de explosieve groei van de behoefte aan telecommunicatie in de komende 20 jaren hebben het "United Kingdom Post Office" en de "Science Research Council" een begin gemaakt (1972) met de, waarschijnlijk grootste microgolf-propagatie-studie (frekwentiegebied 10 - 100 GHz) ooit ondernomen. In Italië is voor dit onderzoek een aparte stichting in het leven geroepen (Fondazione U. Bordoni). In Nederland is het propagatieonderzoek, althans wat betreft experimenteel onderzoek, sinds de tweede wereldoorlog niet erg aktief bedreven. Voor de bedrijfsuitoefening van PTT en andere diensten welke radioketens bedreven, was dit niet zo'n groot bezwaar omdat de in Nederland bestaande condities, voor de toen in bedrijf zijnde golflengten, niet sterk verschilden van die van andere W.-Europese landen. Voor frekwenties in de band van 10-100 GHz wordt dit anders. Niet alleen zal Nederland zelfstandig aan het onderzoek moeten deelnemen, het zal er zelfs niet mee kunnen volstaan met dit onderzoek op slechts (een) enkele plaats(en) te doen plaatsvinden met als doel deze banden te ontsluiten voor communicatie-toepassingen. In het bijzonder hoopt men in de toekomst deze banden tweemaal te kunnen gebruiken door middel van tweevoudig polarisatiegebruik.

2. WETENSCHAPPELIJKE ASPEKTEN VAN HET PROPAGATIE-ONDERZOEK

Het voornaamste doel van het onderzoek is een inzicht te verkrijgen in de propagatie-eigenschappen van hoge tot zeer hoge frekwenties (10-100 GHz) op propagatiepad aarde-satelliet. De belangrijkste banden in dit frekwentiegebied op dit moment zijn 11-14 GHz en 20-30 GHz voor satellietcommunicatie, waarbij opgemerkt kan worden dat het propagatie-onderzoek in de banden 11-14 GHz mede door de satellieten SIRIO en OTS in volle gang is. De band 20-30 GHz daarentegen is nog weinig onderzocht en alleen het ATS-6 jaar van juli 1975 tot juli 1976 heeft Europa enige gegevens verstrekt (1). Voortzetting van dit onderzoek is slechts mogelijk indien nieuwe satellietbakens bij 20 en 30 GHz beschikbaar komen.

Millimetergolven bieden voor de toekomst grote

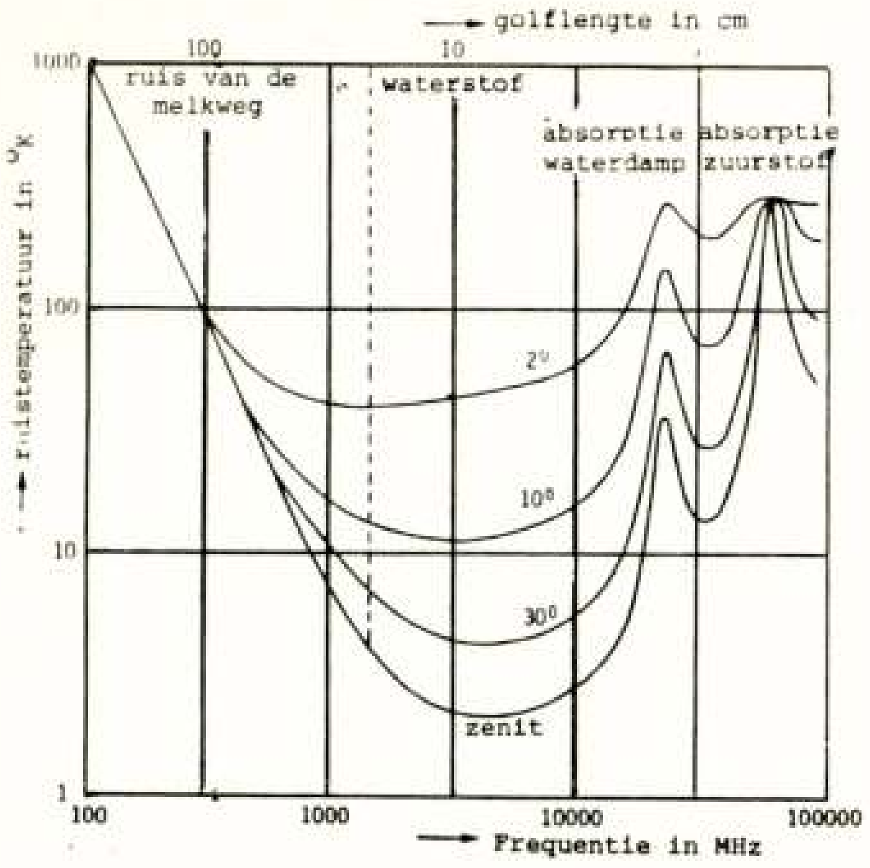


Fig. 1. De ruistemperatuur van de hemel als funktie van de frekwentie en de antenne elevatie

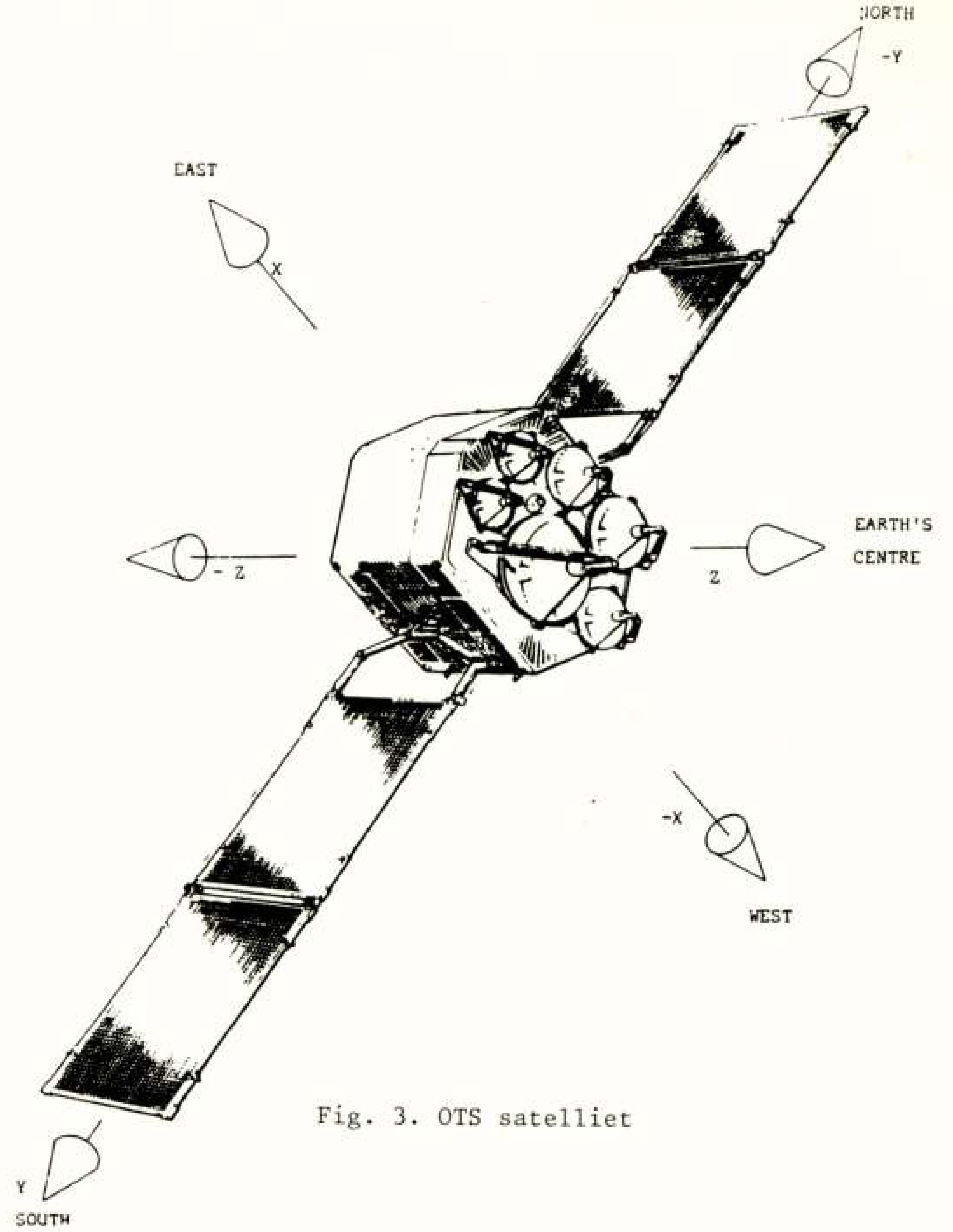


Fig. 3. OTS satelliet

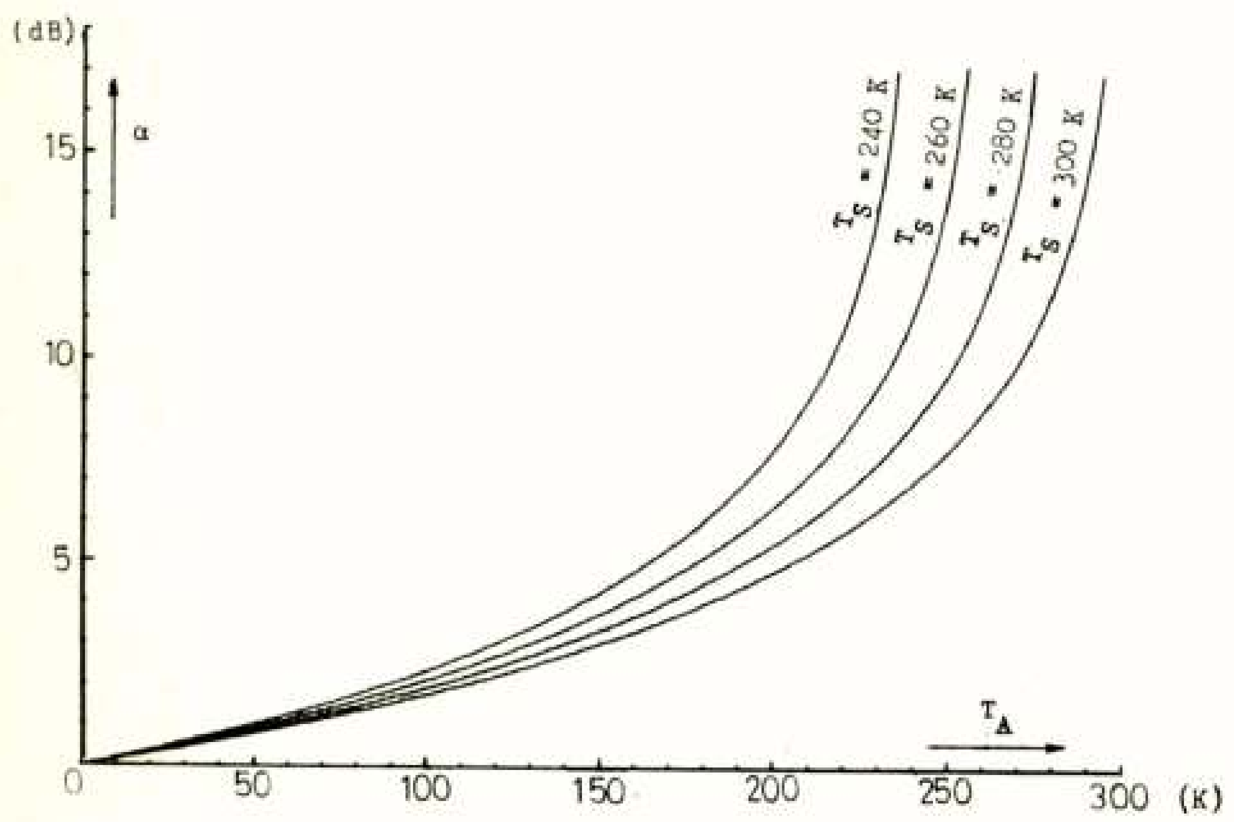


Fig. 2. Verband tussen demping en antennetemperatuur

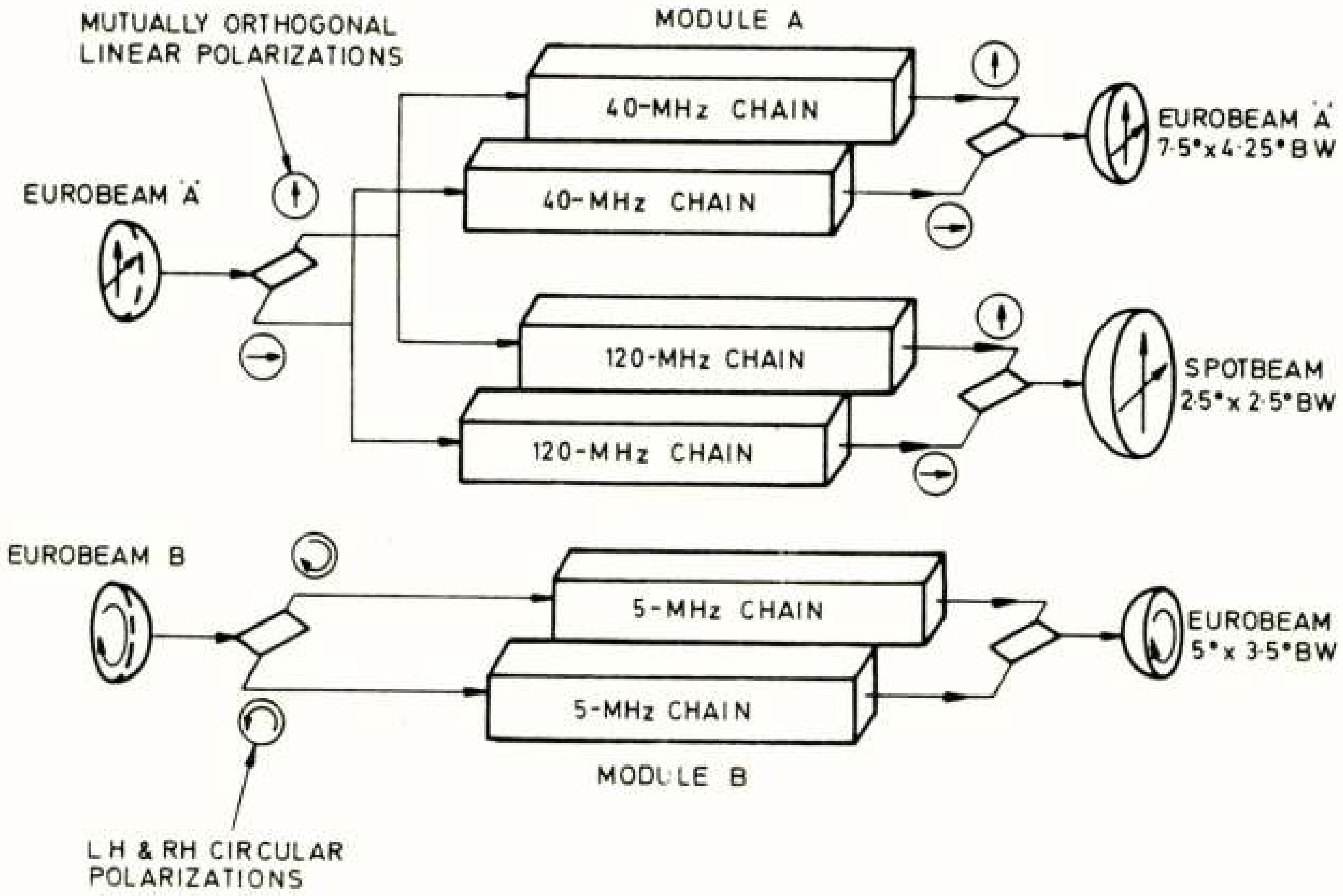


Fig. 4. Blokschema van de repeaters

voordelen voor satellietcommunicatie zoals de mogelijkheid om brede banden toe te passen, het gebruik van kleine antennes met hoge winst, de ongevoeligheid voor de ionosfeer, en het reduceren van afmetingen en gewichten.

Het is nodig de eigenschappen van de atmosfeer of van atmosferische effekten te detailleren. De propagatie-eigenschappen van het medium zijn complex en veranderen voortdurend. Zij kunnen derhalve niet op schaal in een laboratorium met grote nauwkeurigheid worden nagebootst. De meest interessante propagatie-parameters bij verbindingen van aarde naar satelliet bij millimetergolven zijn de atmosferische absorptie, breking, dispersie, fading, ruis en depolarisatie. Naast deze parameters is de coherente bandbreedte van belang voor breedband communicatie-systemen. De propagatie-eigenschappen van de millimeterband verschillen belangrijk van die bij lagere frekwenties. Naast de normale vrije-ruimte-verliezen zoals die kunnen worden voorgesteld in de radio-vergelijking, hebben millimetergolven extra verliezen door resonantie-absorptie, door waterdamp, zuurstof en andere gassen zoals ozon en koolmonoxide.
In het gebied van 10-100 GHz blijken alleen water en zuurstof belangrijke bijdragen te leveren tot de atmosferische absorptie. In dit frekwentiegebied vertoont de absorptie pieken bij 24 en 60 GHz. De gebieden beneden 19 GHz, rondom 35 GHz en rondom 94 GHz blijken relatief geringe dempingen te hebben en zijn dan ook aantrekkelijk voor microgolftransmissie (Fig. 1).

Een van de belangrijkste wetenschappelijke aspekten is het onderzoek naar de absorptie en fluktuatie van EM-golven tengevolge van neerslag en het nagaan of de synoptische meteorologische gegevens, eventueel met andere aangevuld, houvast geven voor het ontwerp van satellietverbindingen in de band 10-100 GHz. Neerslag zal bij deze frekwenties een grote invloed hebben op de demping van de atmosfeer (0.2 dB/km per mm/hr bij 30 GHz) en dus op de kwaliteit van de verbinding. Wanneer deze kwaliteit beneden een bepaalde grens komt, dient de verbinding afgekeurd te worden en wordt gerekend niet te bestaan; in verband hiermede kan men ook zeggen: de mate van vóórkomen van hevige regen bepaalt de betrouwbaarheid van de verbinding. Deze betrouwbaarheid wordt in het algemeen aangegeven door een bepaald percentage van de tijd (per maand of per jaar) waarin de kwaliteit geringer is dan het toegestane minimum. Men kan dus de betrouwbaarheid van een verbinding bepalen als men de beschikking heeft over de cumulatieve distributiefunktie van de demping over het pad. In principe kan men deze distributiefunktie meten door een experimenteel circuit in te richten en het amplitudeverloop over een voldoend lange tijd te meten. Aan deze experimentele methode kleven echter twee bezwaren. Ten eerste dienen de metingen over zo'n lange tijd te geschieden dat de verkregen resultaten statistisch significant genoemd mogen worden. In verband met het aanwezig zijn van lange termijn-componenten in het karakter van het weer, betekent dit dat de meetperiode minstens enkele jaren zal dienen te bedragen (ook in Nederland vertoont de verdeling van de regenintensiteit van jaar tot jaar grote variaties (2,30)). In de tweede plaats zullen dergelijke metingen herhaald moeten worden voor ieder propagatie-pad waarvoor de regenval een verschillend karakter heeft. Men heeft getracht deze moeilijkheden te omzeilen door langs theoretische en empirische weg een uitdrukking te vinden voor de optredende demping als funktie van de op één plaats gemeten regenintensiteit (33).

Theoretische berekeningen aangaande de scattering en absorptie van EM-golven door een diëlektrische bol waren namelijk door Mie (3) reeds lang geleden (1909) uitgevoerd. Door daarnaast gebruik te maken van de verdeling van regendruppels als funktie van de diameter bij een bepaalde regenintensiteit, zoals die onder meer gemeten is door Laws & Parson (4), was men in staat de demping als funktie van de regenintensiteit te berekenen (Ryde & Ryde (5)). Op deze manier wilde men trachten gebruik te maken van de schat aan statistische gegevens die meteorologen sinds jaren verzameld hebben. Echter ook aan deze benadering kleven een aantal bezwaren. In de eerste plaats meet men de regenintensiteit op de grond (hiervoor geldt de distributiefunktie van Laws & Parson), terwijl volgens de Mie-theorie de demping afhankelijk is van de hoeveelheid en de grootte van de regendruppels in de bundel. Door diverse oorzaken, zoals opwaartse luchtstromingen en verdamping, zal echter vooral bij zeer zware regenbuien de laatste grootheid zeker niet meer corresponderen met de op de grond gemeten regenintensiteit. Op de tweede plaats is de distributie van de regenintensiteit over de ruimte hoogst onregelmatig. Reeds bij afstanden van enkele honderden meters treden grote verschillen in de regenintensiteit op. Dit betekent dat men een zeer dicht net van regenmeters zal moeten installeren indien men het verband tussen regenintensiteit en demping experimenteel wenst te verifiëren.

Bovendien betekent dit dat voor het ontwerp van verbindingen een zeer gedetailleerde kennis van de verdeling van de regenintensiteit nodig is. Dit soort gedetailleerde verdelingen kan echter niet door meteorologen worden geleverd, waardoor dempingsmetingen met een duur van meerdere jaren noodzakelijk blijven.

Bij dit onderzoek wordt tevens scintillatie en interferentie waargenomen. Alhoewel scintillatie- en interferentie-effekten door een ander mechanisme worden veroorzaakt dan absorptie en scattering van EM-golven door regendruppels is het resultaat hetzelfde, het in de tijd fluktueren zowel van amplitude als fase.

Het scintillatie-onderzoek zal naast een zuiver wetenschappelijk aspekt ook een technisch-wetenschappelijke kant hebben. Immers alhoewel de amplitude en fase-fluktuaties ten gevolge van scintillatie niet groot zullen

zijn (ca. 2,5 dB resp. 25°) (6), heeft dit toch een zekere degradatie tot gevolg (een extra ruistoename), waardoor een toename van het zendervermogen met 2 à 3 dB noodzakelijk zal kunnen zijn om een bepaalde "bit error rate" te kunnen garanderen (6,7). Uit wetenschappelijk oogpunt gaat de interesse vooral uit naar:

- de vorm van de vermogensspektra en distributiefrekwenties van zowel amplitude- als fasescintillatie.
- de correlatie tussen een aantal relevante meteorologische grootheden en de fase- en amplitudefluktuaties.
- het middelingseffekt van fluktuaties over een apertuur van bepaalde grootte.

Het ligt in de bedoeling de bovengenoemde grootheden te meten en vervolgens de resultaten te vergelijken met de uitkomsten van verschillende scintillatie-theorieën. Als voornaamste wetenschappelijk resultaat kan uit deze metingen een bevestiging of verfijning van reeds bestaande theorieën verwacht worden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het merendeel van de bestaande theorieën in principe niet toepasbaar zijn bij deze lage frekwenties, omdat hier niet voldaan is aan de voorwaarde dat de golflengte veel kleiner is dan de binnenste turbulentieschaal. De Technische Hogeschool te Eindhoven heeft met redelijk succes reeds enige tijd gewerkt aan een theorie waarbij deze voorwaarde niet gebruikt wordt (8). Uit technisch-wetenschappelijk oogpunt gaat de interesse vooral uit naar:

- dagelijkse - en seizoensveranderingen in de breedte van het vermogensspektrum en de grootte van het scintillatie-ruisvermogen.
- de invloed van scintillatie op de eigenschappen van de atmosfeer als digitaal communicatiesignaal.
- het verband tussen het gemiddelde scintillatie-ruisvermogen resp. de gemiddelde breedte van het vermogensspektrum (b.v. over een dag) en de gemiddelde meteorologische omstandigheden.

Naast scintillatie treedt bij satelliet- (en ook straal-) verbindingen interferentie op ten gevolge van inhomogene lagenstrukturen in de troposfeer.

De kennis van deze lagenstrukturen kan verkregen worden door het verrichten van metingen met behulp van een zeer gevoelige radar. Het interferentie-onderzoek zal gekenmerkt worden door het parallel verrichten van waarnemingen met de radar en het registreren van het transmissiegedrag van het satellietpad.

De interesse gaat vooral uit naar:

- meting van de veranderingen in de tijd van de lagenstrukturen in de troposfeer.
- de ruimtelijke uitgebreidheid en de bewegingen van de lagenstrukturen.
- de invloed van de omgeving op de lagenstrukturen.
- de modelvorming van de troposfeerlagen.
- de overgang van stabiele naar turbulente lagenstrukturen.
- de koppeling van het optreden van de lagenstrukturen aan de weersomstandigheden.

De Technische Hogeschool te Delft beschikt over een hoge resolutie troposfeerradar en heeft reeds een aanvang gemaakt met metingen op dit gebied.

Serieus wordt thans overwogen om de frekwentiebanden boven 10 GHz dubbel te gebruiken door middel van z.g. polarisatie-diversity met andere woorden een bepaalde frekwentie wordt tweemaal gebruikt, b.v. lineaire polarisatie door twee polarisatievlakken te gebruiken die loodrecht op elkaar staan of door gebruik te maken van links en rechts draaiende circulaire polarisatie zodanig dat de kanaalcapaciteit wordt verdubbeld. Het gebruik van deze polarisatie diversity wordt echter beperkt door het optreden van kruispolarisatie. Men verstaat hieronder dat - door diverse oorzaken - een ongewenste polarisatie component kan ontstaan. Bij lineaire polarisatie b.v. blijkt dat men vaak een sterke, gewenste en een zwakke, ongewenste component kan ontvangen waarvan de polarisatievlakken loodrecht op elkaar staan. De ongewenste component wordt vaak het kruispolarisatiesignaal genoemd.

De totale kruispolarisatie in de ontvanger van een radioverbinding is de som van de kruispolarisatie die ontstaat, de zender met zendantenne, het propagatiemedium en de ontvanger met ontvangantenne. De kruispolarisatie die veroorzaakt wordt door de apparatuur + antennes kan zoveel mogelijk worden onderdrukt (9).

De invloed van het propagatiemedium op de kruispolarisatie wordt vooral veroorzaakt door regendruppels. Regendruppels zijn niet zuiver bolvormig doch aan de polen afgeplat en met een rotatie-as die bijna vertikaal is. Deze niet-bolvormige vorm resulteert in een differentiële demping van lineaire gepolariseerde verbindingen en kruispolarisatie in circulaire gepolariseerde verbindingen. Ook bij lineaire gepolariseerde golven zal kruispolarisatie optreden omdat de symmetrie-as van de regendruppel in het algemeen niet samen zal vallen met het polarisatievlak. Deze kruispolarisatie kan zeer hinderlijk werken in kanalen met polarisatie diversity. De verhouding tussen het gewenste signaal en het ongewenste signaal zou onder bepaalde omstandigheden (onweer) zó slecht kunnen worden dat polarisatie diversity niet langer bruikbaar is.

Vooral bij verbindingen met satellieten zijn er nog een groot aantal vraagtekens voor wat betreft de kruispolarisatie die na het ATS-6 experiment niet zijn opgelost (1). Het voorspellen van kruispolarisatie is gebaseerd op de theorieën van Oguchi (10) en Morrison en Cross (11). Deze theorieën zijn tot nu toe niet voldoende ontwikkeld om tot preciese voorspellingen te komen en blijken beter geschikt voor aardse dan voor satellietverbindingen (12).

Samenhangend met het propagatie-onderzoek is het onderzoek naar de coherente bandbreedte van groot belang. Hierbij moet worden nagegaan welke bandbreedte bij een bepaalde draaggolf van brede band transmissie nog bruikbaar is. Met name dient men de amplitude en fasekarak-

teristiek te meten. Tot nu toe is dit probleem bij hoge frekwenties weinig onderzocht. De ATS-6 satelliet heeft een experiment aan boord om deze metingen te kunnen verrichten, waarbij zowel bij de 20 GHz draaggolf als bij de 30 GHz draaggolf een combinatie van 8 "tonen" aan weerszijden van de draaggolf wordt gegenereerd, ieder op 180 MHz afstand van elkaar, resulterend in een totaal spektrum van 1440 MHz in iedere band. Vooral de fasemetingen leverden in het begin erg veel moeilijkheden op en de resultaten tot nu toe behaald zijn erg gering (13). Tijdens het Europese jaar van ATS-6 heeft geen van de Europese onderzoekers geëxperimenteerd met het multitone experiment.

Zowel met radiometers als met radar kan men ondersteunende metingen verrichten langs het pad aarde-satelliet om een indruk te krijgen van de demping op dat pad. Een radiometer is een instrument geschikt voor het meten van ruisvermogens, die gekarakteriseerd worden door ruistemperaturen. De uitgangsspanning van een radiometer is een gelijkspanning die een maat is voor deze ruistemperatuur. Gedetailleerde beschouwingen over radiometers en het gebruik daarvan vindt men in de literatuur (14, 15, 31, 32). Radiometers meten de temperatuur van de atmosfeer, waaruit de demping kan worden berekend volgens de relatie

$$\alpha = 10 \log (1 - T_b/T_{abs}) \text{ dB}$$

waarbij α de demping voorstelt, T_b de "brightness" temperatuur en T_{abs} de temperatuur van de atmosfeer, ook wel absorber temperatuur genoemd. Deze uitdrukking is tot op zekere hoogte bruikbaar. Fig. 2 geeft het verband weer tussen de antenne temperatuur en de demping met de temperatuur van de atmosfeer als parameter. Men ziet dat voor lage dempingen de relatie demping-antenne temperatuur vrijwel onafhankelijk is van T_{abs}, echter bij hoge dempingen wordt de afhankelijkheid van T_{abs} snel groter. Hierbij ontstaat een belangrijk probleem omdat het vaststellen van T_{abs} erg moeilijk is. Tijdens regen kan deze temperatuur variëren tussen 270 en 280 K waarbij bij dempingen boven 10 dB onaanvaardbare onnauwkeurigheden ontstaan (14). (T_b komt dan te dicht in de buurt van T_{abs}). Hierdoor verliest de radiometer veel van zijn waarde bij hoge frekwenties b.v. 30 GHz, waar reeds dempingen op het pad aarde-satelliet zijn gemeld tot 40 dB (16, 17). Bovendien worden door de radiometer alleen absorptieverliezen gemeten en wordt geen rekening gehouden met evenutele verliezen door verstrooiing die vooral bij hoge frekwenties optreden (18). De radar methode kan eveneens gebruikt worden voor het berekenen van demping door regen uit het vermogen dat verstrooid wordt door een regenbui. Een weerradarsysteem (19,20) is door de Technische Hogeschool te Delft ontwikkeld en wordt gebruikt bij de metingen aan SIRIO te Nederhorst den Berg. In dit nummer van het NERG Tijdschrift komen deze metingen uitvoerig aan de orde (29). Alhoewel de radar gegevens direkt gebruikt kunnen worden om de demping te bepalen (20) kan het ook met succes gebruikt worden om informatie te verkrijgen van de ruimtelijke struktuur van regenbuien zowel horizontaal als vertikaal. Van grote betekenins kunnen radarmetingen zijn voor het voorspellen van diversity winst bij satellietcommunicatie. Echter, de relatie tussen backscatter en regendemping is tamelijk gecompliceerd en de nauwkeurigheid van de radarmetingen beperkt (21).

3. INVENTARISATIE VAN REEDS VERRICHTE PROPAGATIE-EXPERIMENTEN MET SATELLIETEN

3.1 Inleiding

Geruime tijd zijn in de Technische Hogescholen te Eindhoven en Delft en het Dr. Neherlaboratorium van de PTT te Leidschendam voorbereidingen gaande geweest voor de bouw van experimentele grondstations voor de ontvangst van signalen van experimentele satellieten bij frekwenties boven 10 GHz. De grondstations van de Technische Hogeschool te Eindhoven en de PTT zijn inmiddels in gebruik geweest voor de ontvangst van signalen van de Applied Technology Satellite 6, ATS-6, bij een frekwentie van 30 GHz. Thans worden soortgelijke metingen verricht met behulp van de SIRIO satelliet en de Orbital Test Satellite OTS. Deze laatsten gebruiken beiden frekwenties tussen 10 en 20 GHz. Mogelijk kunnen de experimenten in de verdere toekomst worden voortgezet met behulp van de L-satelliet, die omstreeks 1983 zou worden gelanceerd.
Het voornaamste doel van de metingen is een inzicht te krijgen in het gedrag van het door de satelliet uitgezonden of ontvangen signaal en de invloed die het propagatiepad satelliet-aarde en omgekeerd hierop heeft, zoals in hoofdstuk 2 uitvoerig is besproken. Dit hoofdstuk beoogt een onverzicht te geven van de huidige en toekomstige aktiviteiten in Nederland op het gebied van de radiopropagatie in satellietverbindingen.
Achtereenvolgens zullen verschillende experimenten met de satellieten ATS-6, SIRIO en OTS besproken worden.

3.2 De ATS-6 experimenten

3.2.1 Inleiding. De ATS-6 is de meest gekompliceerde experimentele satelliet ooit gelanceerd. De satelliet heeft aan boord mogelijkheden om niet minder dan 12 technologische experimenten en drie wetenschappelijke experimenten te verrichten. De ATS-6 satelliet werd in juni 1974 gelanceerd door de NASA en in een geostationaire baan gebracht op een punt boven de Galapagos eilanden. Vanuit Europa was de satelliet toen niet zichtbaar. In augustus 1975 is de satelliet in het evenaarvlak verplaatst tot boven het Victoriameer in Afrika op 35° O.L. Vanaf dat moment zijn dan ook verschillende Europese laboratoria metingen begonnen met behulp van deze

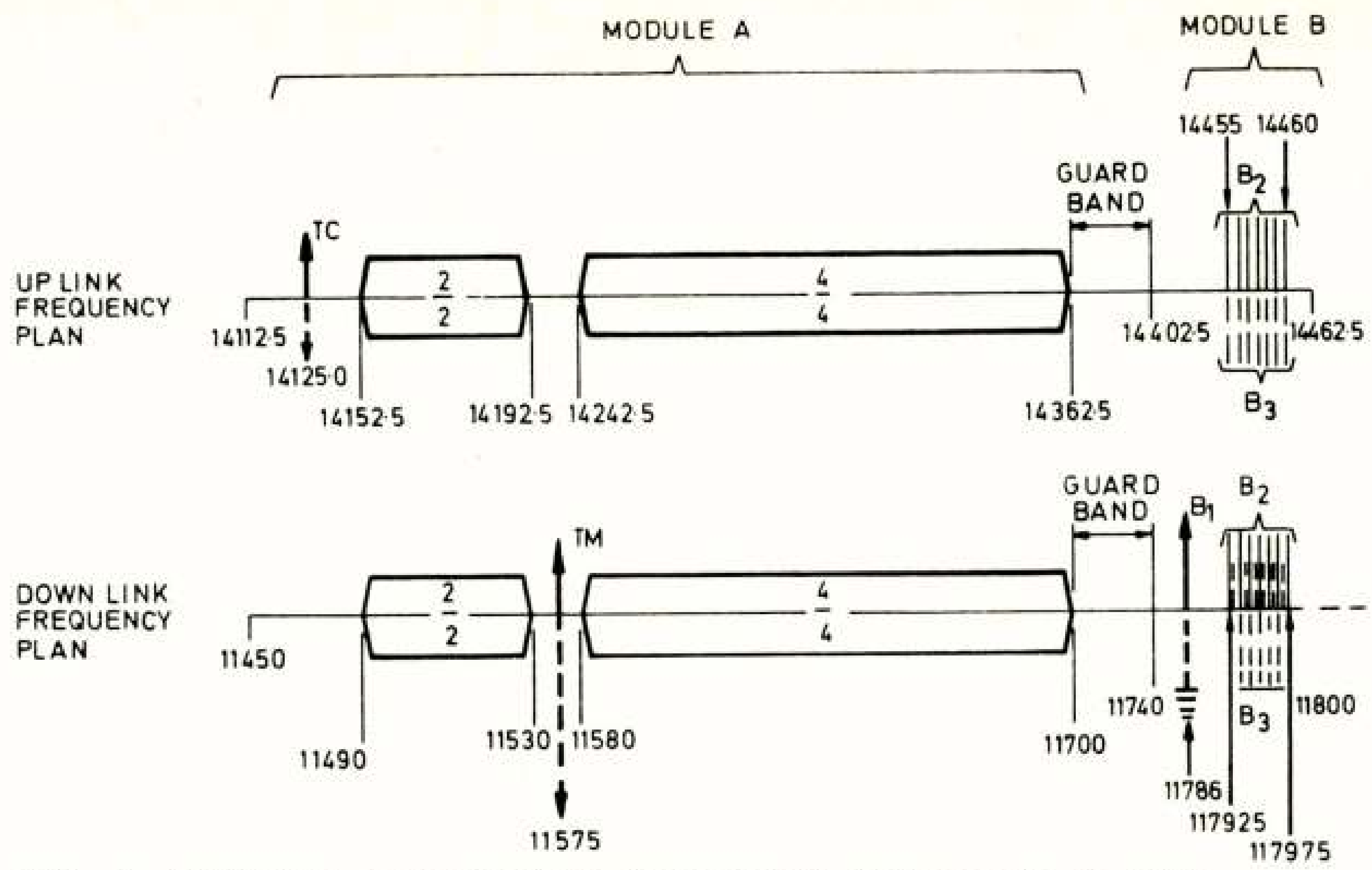


Fig. 5. Overzicht van gebruikte frekwenties (frekwentie in MHz)

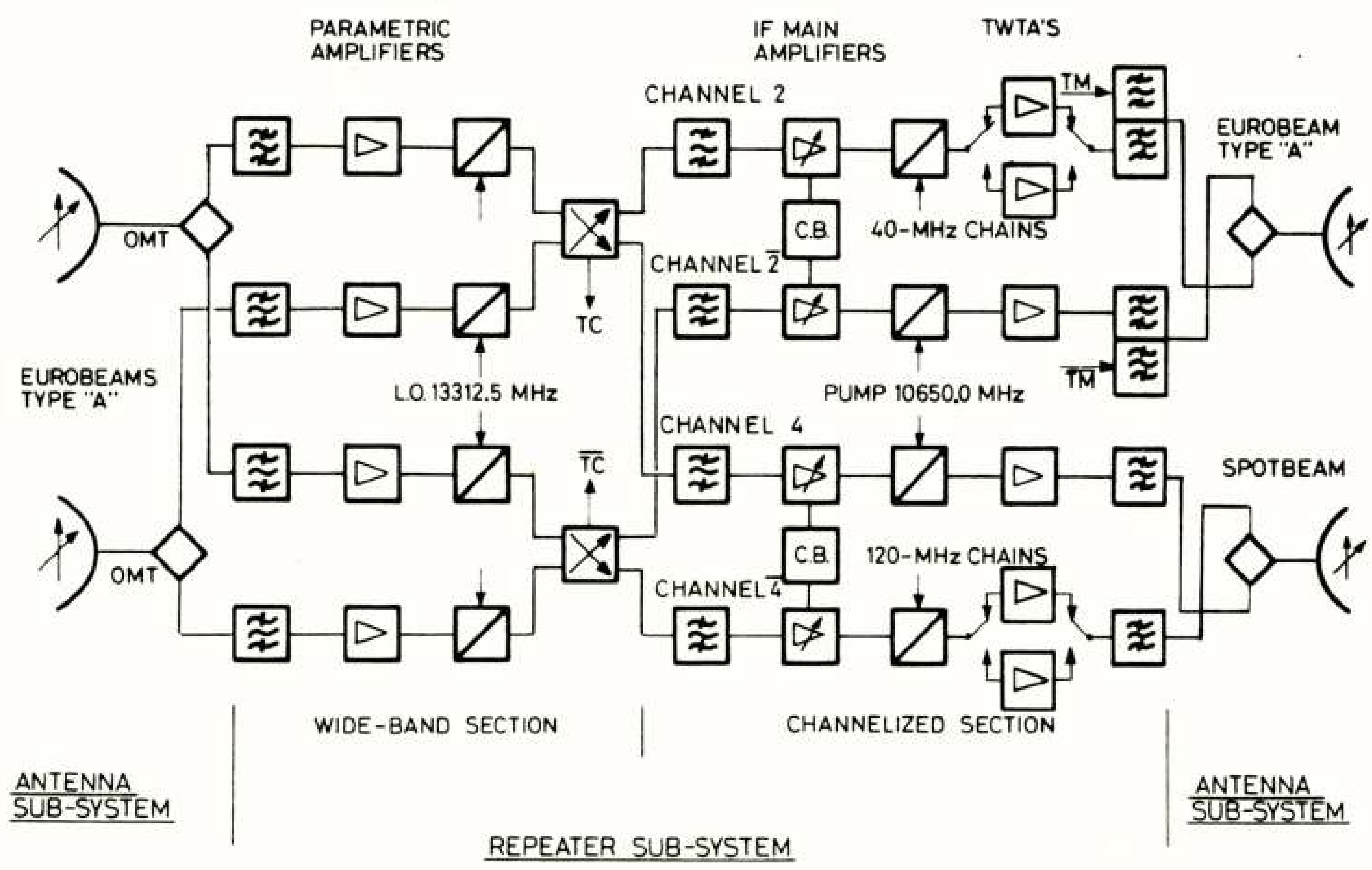


Fig. 6. Blokschema van module A. (C.B.: control box)

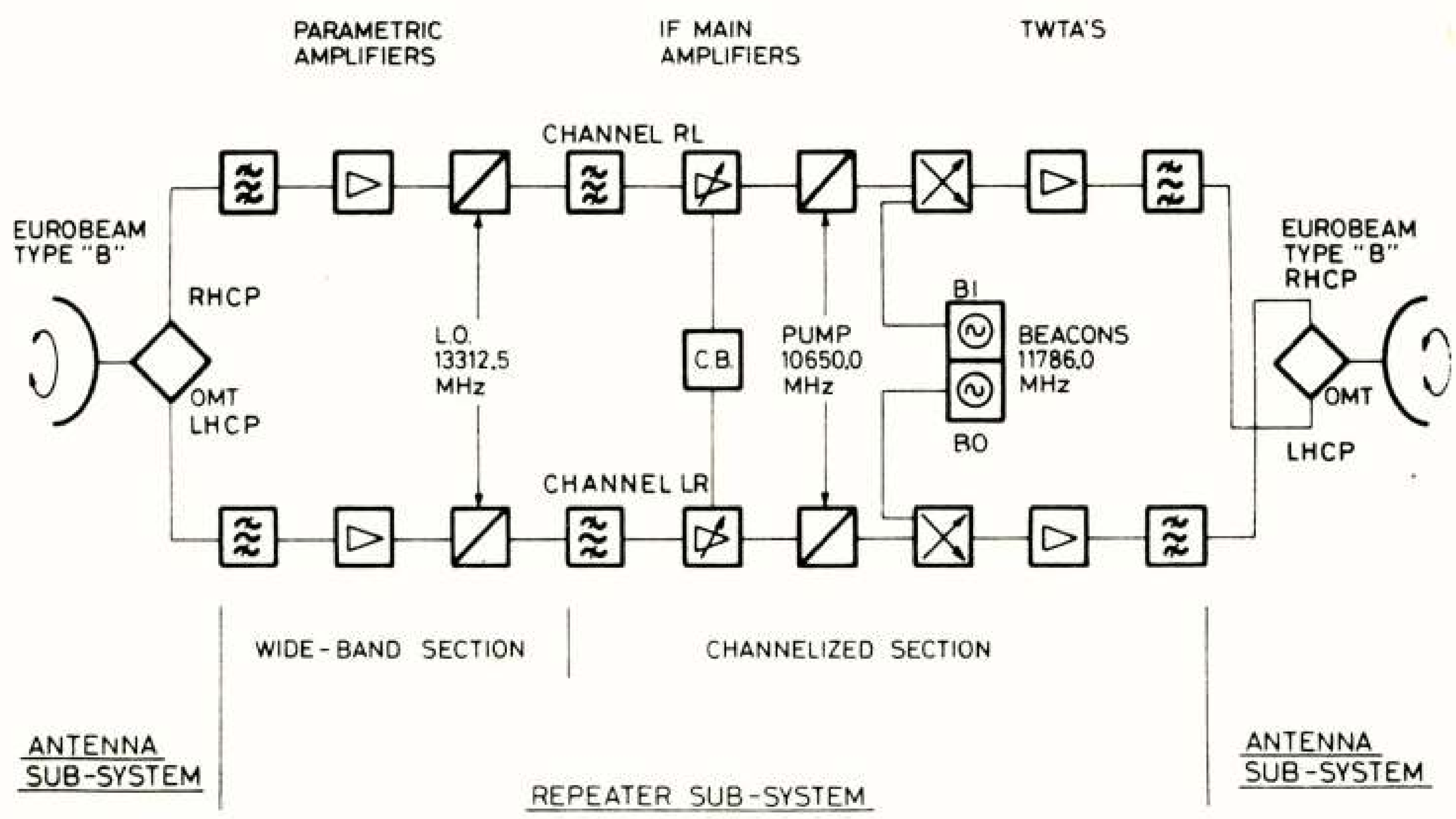


Fig. 7. Blokschema van module B. (C.B.: control box)

satelliet. Ook werd de satelliet bepaalde uren van de dag gericht op India, voor het verrichten van een educatie-experiment, SITE geheten. Op 1 augustus 1976 is een aanvang gemaakt met de verplaatsing van de satelliet naar zijn oorspronkelijke plaats boven de Galapagos eilanden. Voor Europa en India betekende dit het einde van de experimenten met de ATS-6. De Technische Hogeschool te Eindhoven was betrokken bij twee technologische experimenten, het Millimeter Wave Experiment en het COMSAT experiment en bij één uit de sektor der wetenschappelijke experimenten, het Radiobaken Experiment bij 360 MHz. De PTT heeft gewerkt aan het Millimeter Wave Experiment en de Technische Hogeschool te Delft aan het SITE experiment.

3.2.2 Het Millimeter Wave Experiment. Op 20 en 30 GHz zendt de satelliet een zeer stabiel lineair gepolariseerd signaal naar de aarde waarmee propagatie-onderzoek verricht kan worden. In Eindhoven heeft men zich beperkt tot één frekwentie, 30 GHz, en hiervoor een grondstation gebouwd. Dit grondstation omvatte:

a. Een precisie Cassegrain antenne met een hoofdreflektor diameter van 3 meter. De oppervlakte tolerantie bedraagt 0,2 mm, de antennewinst 56 dB bij 30 GHz. De antenne is gemonteerd op een betonnen blok en door een speciale mechanische constructie beperkt bestuurbaar ca. 20° in azimuth en 10° in elevatie. De instelnauwkeurigheid bedraagt ca. 0.007^{o}.
b. Een twee-kanaals ontvanger voor hoofd- en kruispolarisatie. Hierbij is gebruik gemaakt van "phase-lock-loop"-technieken waarbij door synchrone detektie van coherente ingangssignalen de bandbreedte bij 30 GHz slechts 3 Hz bedraagt en een detekteerbaar signaal van -145 dBm wordt bereikt.
c. Data registratie apparatuur voor de registratie, verwerking en interpretatie van het enorme aantal meetgegevens waarbij in essentie de meetdata werden vastgelegd op ponsbanden, die dan later verwerkt werden op een centrale computer, gelijktijdig met de geregistreerde meteorologische gegevens.

Door het Dr. Neherlaboratorium (PTT) zijn experimenten gedaan met het 20 GHz baken van de ATS-6 satelliet. De proeven werden uitgevoerd met het experimenteel grondstation te Nederhorst den Berg en waren gericht op het onderzoeken van methoden om de grondstation antenne zo optimaal mogelijk op de bewegende satelliet gericht te houden. Hierbij werd gebruik gemaakt van de in het grondstation geïnstalleerde minicomputer PDP/11.

3.2.3. Het COMSAT experiment. COMSAT heeft eveneens een bijdrage geleverd tot de ATS-6 experimenten in de vorm van een propagatie-experiment dat enigszins afweek van het experiment beschreven in de vorige paragraaf. In het COMSAT experiment worden vanaf een aantal plaatsen op aarde signalen naar de satelliet gezonden met verschillende frekwenties in de banden van 12 en 18 GHz. Deze signalen worden in de satelliet getransformeerd naar 4 GHz en naast elkaar teruggezonden naar een centraal station op aarde. In het Europese concept van het COMSAT experiment was het centrale grondstation gelokaliseerd in Buitrago bij Madrid.

Behalve vanuit Eindhoven werden ook vanuit de volgende landen signalen naar de satelliet gezonden: Engeland, Italië, Oostenrijk, Spanje en West Duitsland. In elk station vond registratie plaats van het vermogen dat door de zenders naar de satelliet wordt uitgezonden en de regenhoeveelheid. De zendapparatuur die voor het verrichten van deze metingen nodig was, is gefabriceerd in opdracht van COMSAT en is na één jaar in bedrijf geweest te zijn in de Verenigde Staten verscheept naar Europa en geïnstalleerd bij laboratoria in bovengenoemde landen. Op 1 augustus 1976 is de apparatuur weer teruggezonden naar de Verenigde Staten.

Het COMSAT experiment houdt zich uitsluitend bezig met "uplink" dempingen en wil deze in verband brengen met de regenintensiteit op verschillende plaatsen in Europa.

3.2.4. Het Radiobaken experiment. De satelliet heeft aan boord een drietal bakens met de frekwenties 40, 140 en 360 MHz. In tegenstelling tot de vorige experimenten is dit experiment 24 uur per etmaal beschikbaar. Met dit baken kunnen bepaalde waarnemingen verricht worden ten aanzien van de ionosfeer zoals ionosferische demping, fase-draaiing, scintillatie en polarisatie-draaiing. Er is een ontvanger gebouwd, berustend op phase lock loop principe, waarmee enige maanden Faraday rotatie is gemeten. De frekwentiekeuze is gevallen op 360 MHz deels omdat hier een 5 meter parabool-antenne voor beschikbaar was, en deels ook omdat bij deze frekwentie de "man-made-noise" aanzienlijk lager is dan bij de andere twee frekwenties. De antenne is met gaas bespannen en heeft bij 360 MHz een winst van 22 dB. De 3 dB bundelbreedte bedraagt ongeveer 12 graden zodat de antenne niet bijgericht behoefde te worden in verband met de dagelijkse schommelingen in de stand van de satelliet, ca. 1,5 graden in elevatie en ca. 1,0 graden in azimuth.

3.2.5. Resultaten. Ondanks het feit dat de ATS-6 satelliet slechts een jaar beschikbaar is geweest mag teruggezien worden op een zeer succesvolle periode. Al in een vroeg stadium konden merkwaardige verschijnselen gerapporteerd worden bij onweersbuien (22), terwijl op een belangrijke URSI Conferentie in La Baule (Frankrijk) een tweetal "papers" konden worden gepresenteerd betrekking hebbende op scintillatie, demping en antenneruis (17, 23). De in samenwerking met de afdeling Werktuigbouwkunde van de Technische Hogeschool te Eindhoven ontworpen antennemount is beschreven in een rapport (24). Op 1 december 1976 was het ATS-projekt onderwerp van een studiedag te Eindhoven voor ongeveer 80 leden van IEEE, KIVI en NERG.

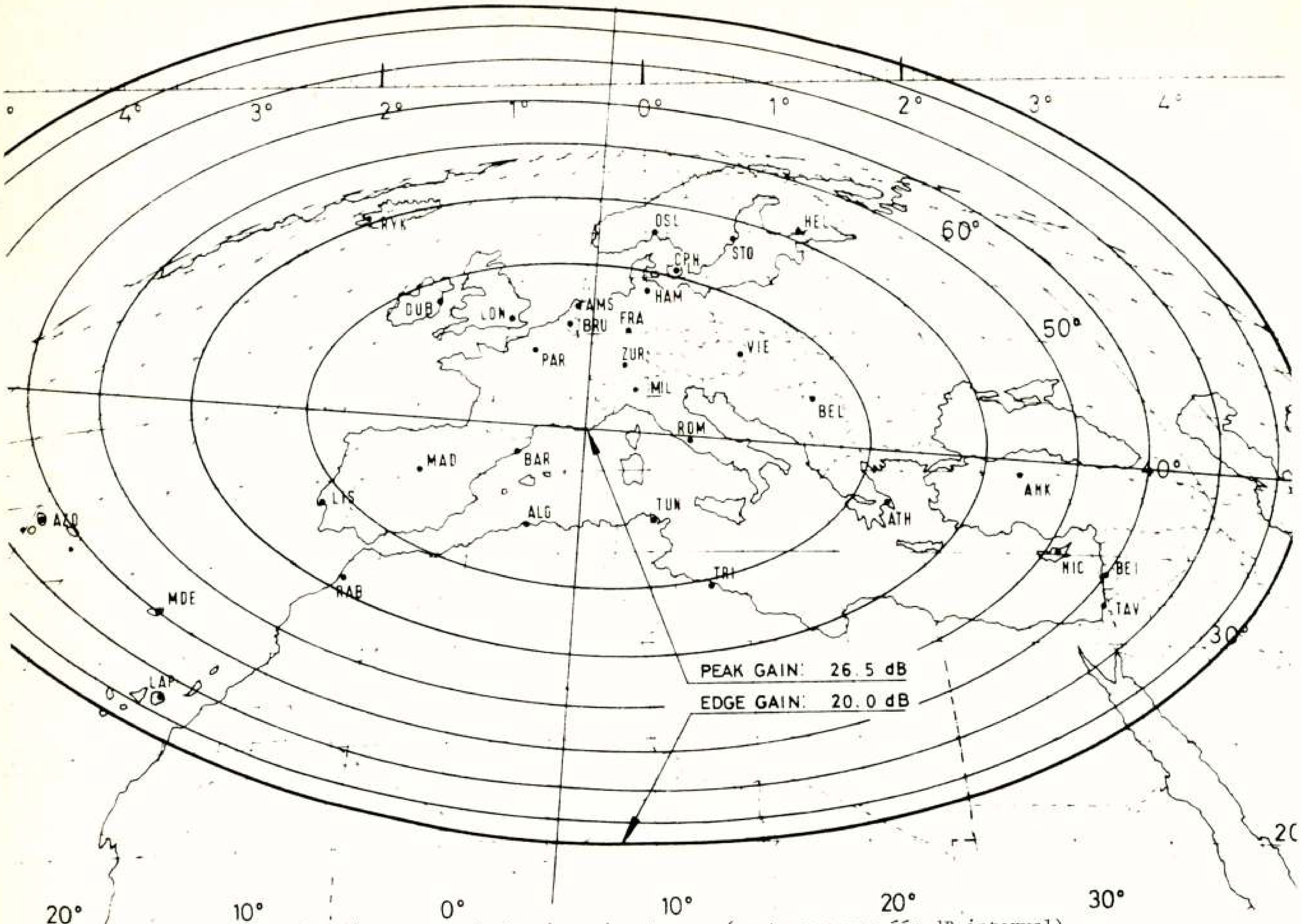


Fig. 8. Stralingsdiagram van de Eurobeam A antennes (contouren van één dB interval)

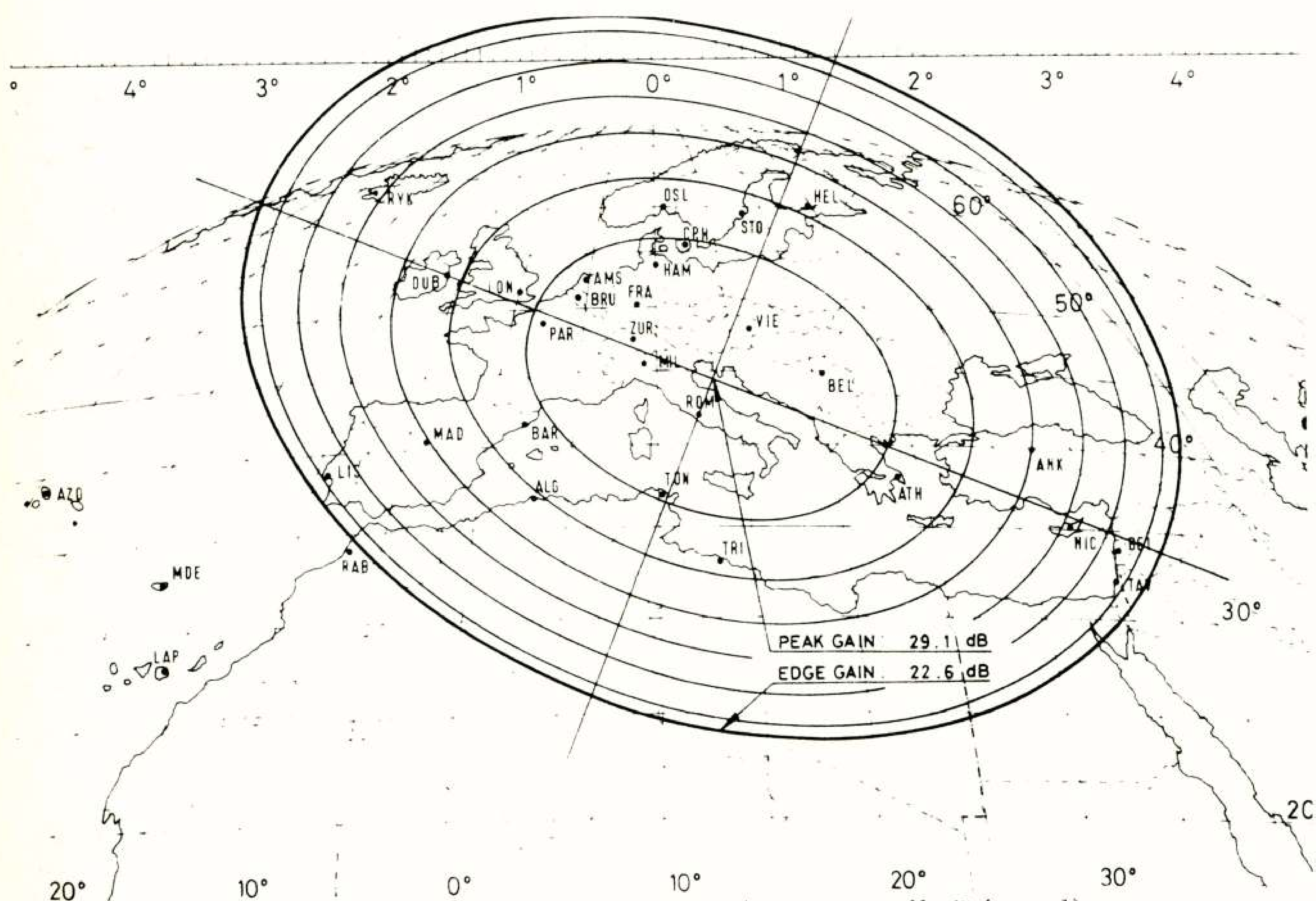


Fig. 9. Stralingsdiagram van de Eurobeam B antennes (contouren van één dB interval)

Het gepresenteerde op deze dag is gepubliceerd in het Tijdschrift van het NERG (15, 25, 26). Op 6 en 7 september 1977 werd bij Estec te Noordwijk een slotbijeenkomst gehouden over ATS-6 (27). Nieuwe ontwikkelingen in phase locked loop systemen konden worden gepresenteerd op een symposium in Genua, december 1977 (28). Op bovengenoemde studiedag te Eindhoven werd een lezing gehouden over een door het Dr. Neherlaboratorium ontwikkeld volgsysteem (step-track) van satellieten.

3.3 De OTS satelliet

3.3.1 Algemene gegevens van de satelliet. De "Orbital Test Satellite" (OTS) is een experimentele satelliet die in een geostationaire baan om de aarde is gebracht. De OTS zal gebruikt worden om de verschillende systemen die zich aan boord van de satelliet bevinden, in de praktijk te testen en na te gaan in hoeverre deze bruikbaar zijn in een later te lanceren Europese communicatie satelliet (ECS); ook zullen er propagatie- en signaaltransmissie experimenten uitgevoerd kunnen worden m.b.v. deze satelliet.

De OTS is een in drie assen gestabiliseerde satelliet en is een projekt van de "European Space Agency" (ESA). Voor een overzichtstekening zie Fig. 3. De satelliet zou in juni 1977 met een Thor Delta 3914 raketcombinatie gelanceerd worden. Op 14 september 1977 echter ontplofte de raketcombinatie 54 seconden na de lancering. Het tweede model (de z.g. back-up versie) werd toen op 12 mei 1978 met meer succes gelanceerd.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste gegevens van de satelliet behandeld, die in de hierop volgende hoofdstukken nodig zijn voor een beter begrip.

3.3.2 De opbouw van de OTS. De OTS is opgebouwd volgens een z.g. modulaire opbouw. Dit heeft het voordeel dat de toekomstige ECS een kopie kan zijn van de OTS, alleen met een uitgebreidere communicatie "pay-load". De stabilisatie-eenheid en het systeem van de energievoorziening zijn hier al op berekend. Voor de verschillende propagatie- en signaaltransmissie-experimenten is de communicatie "pay-load" opgesplitst in twee delen (Fig. 4). De gebruikte frekwentiebanden worden weergegeven in Fig. 5.

De eerste module ("module A") is bedoeld voor signaaltransmissie experimenten. Hiervoor zijn de twee 120 MHz en de twee 40 MHz repeaters. In deze module wordt ook het "telecommand"-signaal (TC; PCM/PSK amplitudemodulatie, seinsnelheid 750 baud) ontvangen voor de besturing en bediening van de verschillende systemen in de satelliet en wordt het "telemetry"-signaal (TM; PCM/PSK fase-modulatie, seinsnelheid 160 baud) uitgezonden, waardoor de gegevens van de verschillende systemen in de satelliet naar de aarde overgebracht worden (Fig. 6).

De tweede module ("module B") is bedoeld voor propagatiemetingen en smalbandige transmissie-experimenten. Hiervoor zijn de twee 5 MHz repeaters met ieder een eigen bakengenerator (B_0 en B_1) (Fig. 7). De ene repeater is als reserve bedoeld, maar de beide repeaters kunnen ook tegelijk gebruikt worden voor frekwentie "re-use" experimenten. De beide kanalen zijn namelijk in een orthogonale polarisatieconfiguratie uitgevoerd.

De ingang van ieder 5 MHz kanaal bestaat uit een ingangsfilter, een "low-noise" parametrische versterker en een "down converter" met bijbehorend filter. Daarna volgt een middenfrekwent versterker (IF) met variabele verzwakking door middel van PIN diodes, welke geregeld worden door het "telecommand"-signaal (TC), een "up-converter", een netwerk waardoor het baken (B_0/B_1) wordt toegevoegd en tenslotte de eindversterker, een z.g. "Travelling wave tube amplifier" (TWTA), die aan de zendantenne gekoppeld is via een uitgangsfilter. Zowel de ontvangantenne als de zendantenne is uitgerust met een polariser en een "orthomode transducer". Het ene kanaal (kanaal LR) ontvangt in links-circulaire polarisatie en zendt uit in rechts-circulaire polarisatie; het andere kanaal (kanaal RL) net andersom.

Module A is uitgevoerd met orthogonale lineaire polarisaties, terwijl module B gebruik maakt van orthogonale circulaire polarisaties. Dit is gedaan om een beter inzicht te verkrijgen in de toepasbaarheid van lineaire of circulaire polarisatie in de toekomstige ECS.

De antennes van de satelliet bestaan uit 5 verschillende types:

- Eurobeam A: twee identieke ontvangantennes voor de 40 MHz en 120 MHz ketens en het TC-signaal van module A; een zendantenne voor de 40 MHz keten en het TM-signaal van module A, ieder met een antennewinst van G = 26,5 dB.
- Spotbeam: een zendantenne voor de 120 MHz keten van module A, G = 35 dB.
- Eurobeam B: een ontvang- en zendantenne voor de 5 MHz keten en de bakens B_0 t/m B_{21} van module B met G = 29 dB.

De eigenschappen van de antennes binnen één groep zijn verder identiek, behalve dat de grootte aangepast is aan de gebruikte golflengte. In Fig. 8 is het stralingsdiagram gegeven van de Eurobeam A antennes; in Fig. 9 van de Eurobeam B antennes. Het kruispolarisatiepatroon is weergegeven in Fig. 10 en Fig. 11. De isolatie tussen de twee polarisatievlakken bedraagt 30 dB binnen de 4 dB contour volgens (35) en volgens (36) 26 dB voor Eurobeam A; voor Eurobeam B 28 dB binnen de 4 dB contour (35) en 24 dB (36) voor Eurobeam B.

3.3.3 Positie van de satelliet. Het vluchtplan van de OTS bij een korrekte lancering is weergegeven in Fig. 12. De satelliet zal dan terecht komen in een geostationaire baan om de evenaar. De uiteindelijke positie van de in drie assen gestabiliseerde satelliet bedraagt 10° oost.

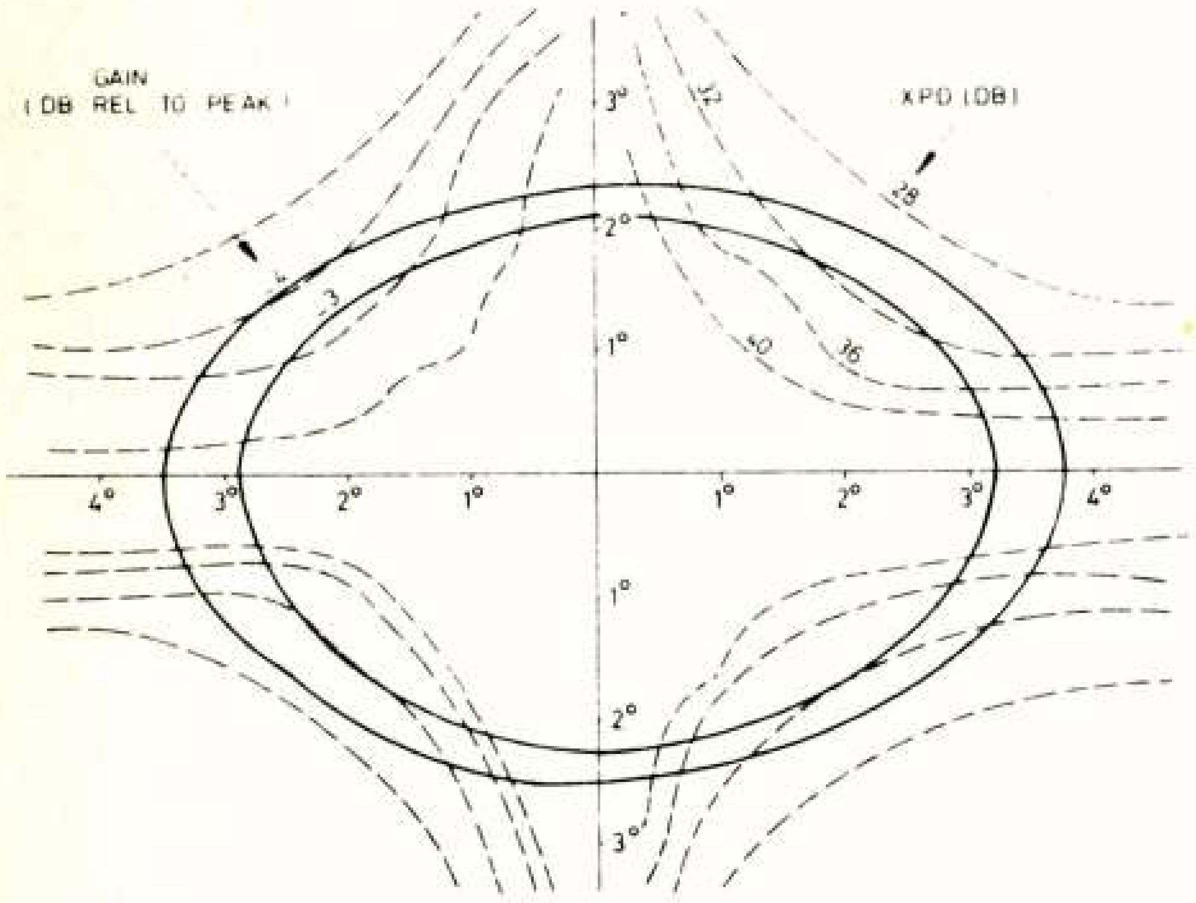


Fig. 10. Stralingsdiagram van de Eurobeam A antennes

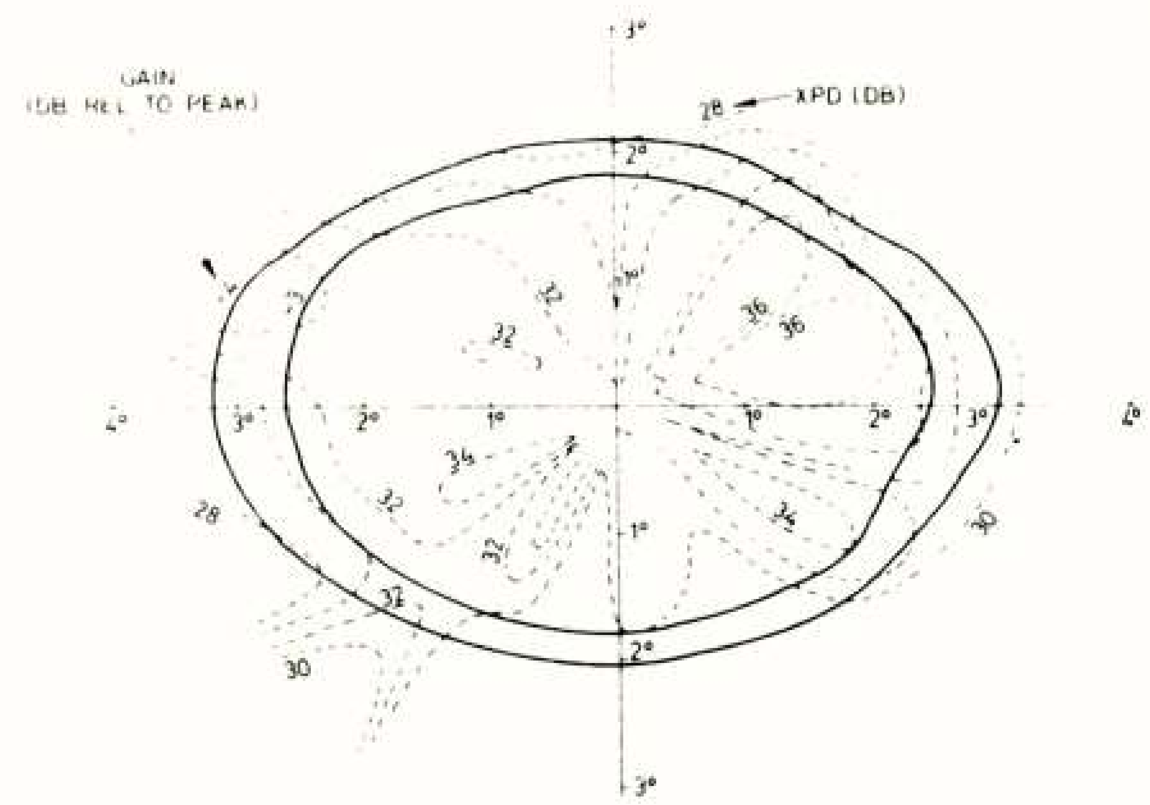


Fig. 11. Stralingsdiagram van de Eurobeam B antennes

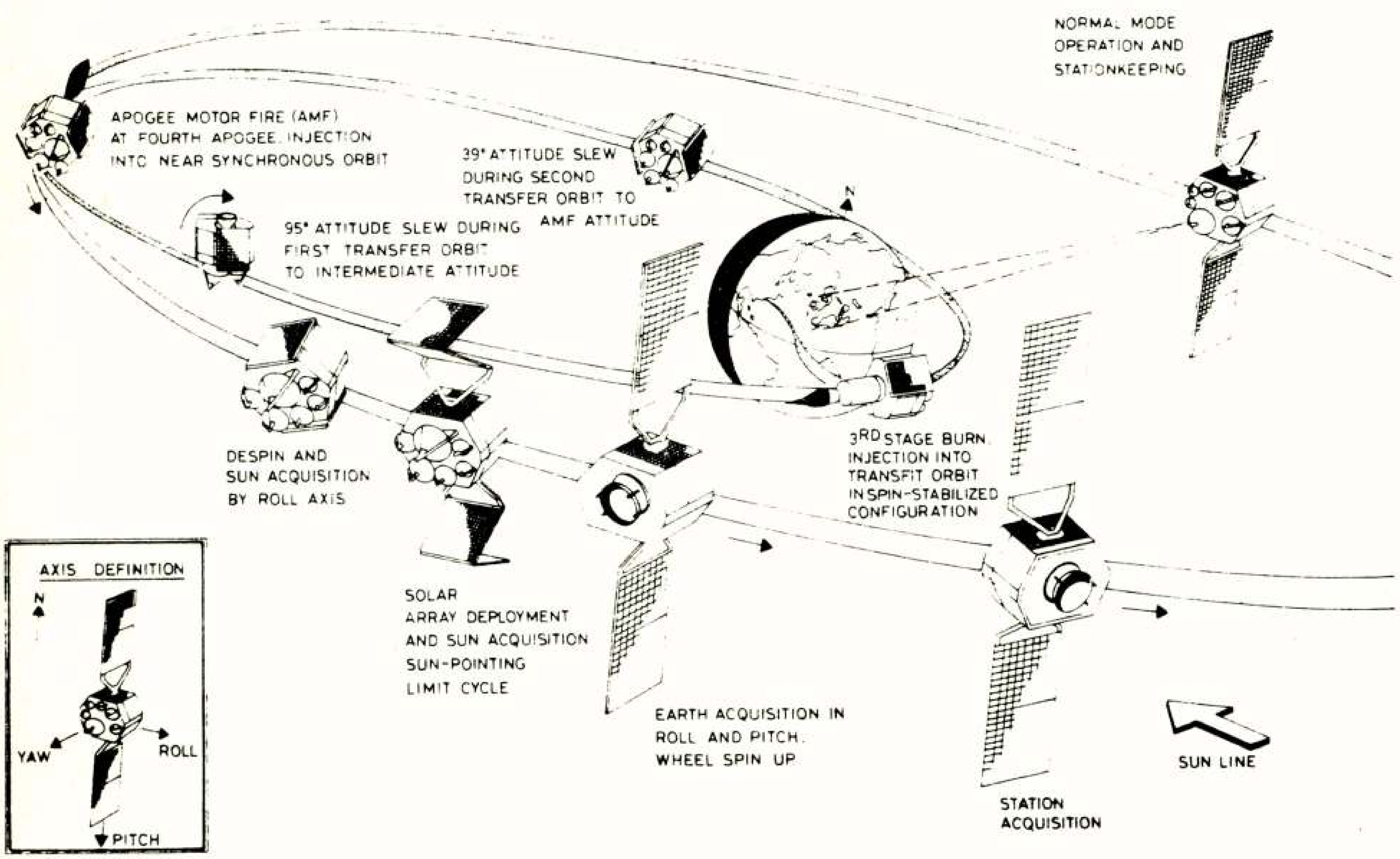


Fig. 12. Vluchtplan van de OTS

Tabel 1, Resumé

Module A
Antenne : Eurobeam A
Bundelbreedte: $7,5^o \times 4,25^o$
Polarisatie : lineair
Antennewinst : 26,5 dB
(In de richting Eindhoven: 25,8 dB)
(Voor gegevens van het "telemetry-baken (TM), zie par. 3.3.5).
Module B
Antenne : Eurobeam B
Bundelbreedte: $5^o \times 3,5^o$
Polarisatie : circulair
Antennewinst : 29,1 dB
(In de richting Eindhoven: 28,1 dB)
Centrumfrekwentie:
ontvanger : 14.457,5 MHz
IF : 1.145,0 MHz
zender : 11.795,0 MHz
overdrachts-frekwentie : 2.662,5 MHz
variatie : ± 2,5 kHz (over één dag)
± 25 kHz (over lange termijn)
kanaalband-breedte : 5 MHz
ruisgetal : 5 dB
(Voor gegevens van het baken B_0/B_1, zie par. 3.3.5).

Deze positie zal gehandhaafd blijven binnen $\pm$ 0,1° t.o.v. zijn nominale plaats in noord-zuid- en oost-west-richting (35, 37). De nauwkeurigheid van de antenne-"pointing" bedraagt $\pm$ 0,2° voor de "roll" en de "pitch" en $\pm$ 0,35° voor de "yaw" (39).

De azimuth- en elevatiehoek voor het grondstation Eindhoven zijn met behulp van bekende goniometrische formules uit te rekenen. Voor Eindhoven geeft dit b.v.:

azimuth ϕ = 174,25°

elevatie ψ = 30,97°.

Van belang is verder nog de z.g. polarisatiehoek η of -verdraaiing, indien de satelliet een lineair gepolariseerd signaal uitzendt. Voor Eindhoven η = 3.61° indien de satelliet uitzendt in NZ-polarisatie ($\overline{TM}$-baken).

3.3.4 Overzicht van de experimenten. De experimenten kunnen in twee hoofdgroepen onderverdeeld worden:

- satelliettesten, d.w.z. metingen van de satellietparameters d.m.v. telemetriesysteem,
- transmissietesten, d.w.z. propagatiemetingen en signaal transmissiemetingen.

De satelliettesten worden slechts uitgevoerd door ESOC in Darmstadt; daarom zal hier niet nader op ingegaan worden. Vermeldenswaardig is in dit verband alleen dat de uitzending van het "telecommand"-signaal (TC) en ontvangst van het "telemetry"-signaal (TM) verzorgd wordt door het grondstation Fucino in Italië dat een "on-line" verbinding heeft met Darmstadt.

De transmissietesten worden uitgevoerd door diverse stations in Europa. De THE en de PTT nemen deel aan het propagatie-experiment. De bedoeling hiervan is het vergaren van kennis omtrent het statistische gedrag van de propagatie van electromagnetische golven tussen satelliet en aarde in de 11 en 14 GHz banden voor lokale klimaatomstandigheden (demping, depolarisatie en fasegedrag van lineair en circulair gepolariseerde golven). Door de hoofd- en kruispolarisatie van de signalen te vergelijken kan tevens inzicht worden verkregen in de polarisatie-isolatie. Dit is van belang voor eventueel hergebruik van één frekwentie, maar dan in orthogonale polarisatie. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de twee bakens aan boord van de satelliet, n.l. het lineaire baken ($TM/\overline{TM}$) en het circulaire baken (B_0/B_1) voor metingen in de 11 GHz band (zie hiervoor par. 3.3.5). Voor metingen in de 14 GHz band beschikken sommige deelnemers over een tweetal eigen bakens die naar de satelliet gezonden worden en via de transponder in module B weer uitgezonden worden naar de aarde (zie hiervoor par. 3.3.6).

3.3.5 De bakens aan boord van de satelliet. Het lineaire baken oftewel het "telemetry"-signaal kan zowel horizontaal als vertikaal gepolariseerd worden uitgezonden. Enige gegevens van dit baken zijn:

polarisatie	:	horizontaal (TM; X-as of oost-west orientatie; zie Fig. 3.
	:	vertikaal ($\overline{TM}$; Y-as of noord-zuid orientatie; zie Fig. 3.
frekwentie	:	11.575 MHz
stabiliteit	:	± 10 kHz (over één dag)
		± 130 kHz (over lange termijn).

Het uitgezonden vermogen en het ontvangen vermogen van dit baken zijn opgenomen in tabel 2.

Tabel 2: Vermogensbalans van het $TM/\overline{TM}$-baken

Satelliet: TWT uitgangsvermogen (≈0,25 W) (7):		24 dBm
	verlies na de TWT (7)	: -1,6 dB
	maximale antennewinst (1)	: 26,5 dB
	verlies richting Eindhoven (1)	: -0,7 dB
	modulatieverliezen	: -1,0 dB +
	EIRP	: 47,2 dBm
Propagatiepad: vrije ruimte verlies		:-205,4 dB +
Grondstation: ontvangen vermogen		:-158,2 dBm

Afhankelijk van de antennewinst en het ruisgetal van de ontvanger geeft dit een verschillende waarde voor het signaalvermogen aan de ingang van de ontvanger en voor de signaal-ruisverhouding.

In tabel 3 zijn voor een drietal verschillende antennes deze waarden uitgerekend, waarbij het ruisgetal van de ontvanger 9 dB (= 2014 K) verondersteld wordt.

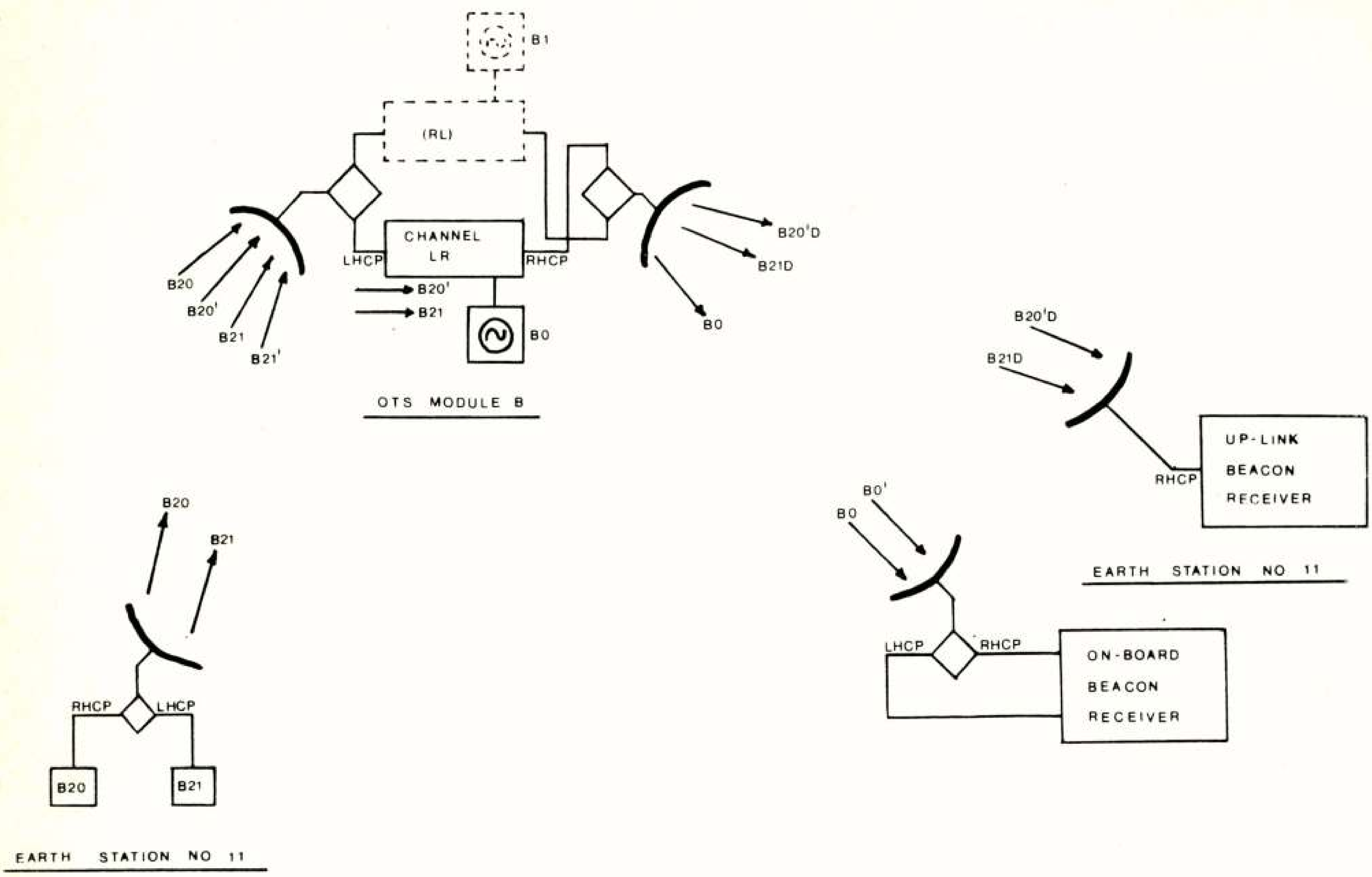


Fig. 13. Zendexperiment: kanaal LR wordt gebruikt

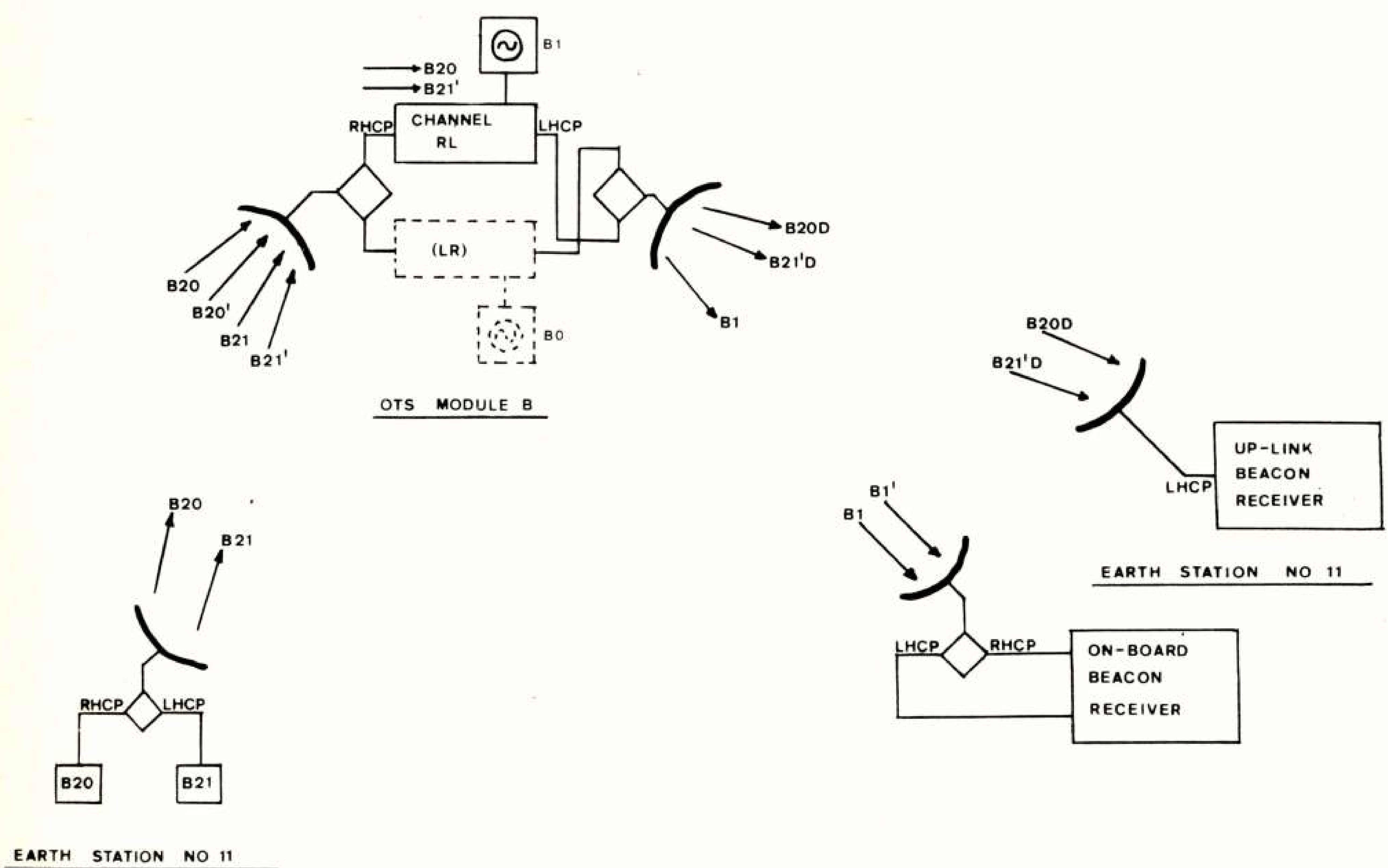


Fig. 14. Zendexperiment: kanaal RL wordt gebruikt

Tabel 3: Ontvangstsituatie voor 3 verschillende antennes

Diameter antenne	1,6	3	8	m
1. Antennewinst (η=½)	42,7	48,2	56,7	dB
2. Ontvangen vermogen	-158,2	-158,2	-158,2	dBm
3. Vermogen aan ingang ontvanger (1+2)	-115,5	-110,0	-101,5	dBm
4. Ontvangerruis	-165,6	-165,6	-165,6	dBm/Hz
5. Signaal-ruis verhouding per Hz bandbreedte (3-4)	50,1	55,6	64,1	dB/Hz
6. Signaal-ruis verhouding in 100 Hz bandbreedte	30,1	35,6	44,1	dB

De waarden in bovenstaande tabel zijn alleen geldig onder ideale omstandigheden; d.w.z. er is geen atmosferische demping verondersteld en b.v. golfpijpverliezen aan de ontvangstkant zijn niet meegeteld.

Het circulaire baken kan zowel rechts- als links-circulair gepolariseerd zijn. Enige gegevens van dit baken zijn:

polarisatie: rechts circulair (B_0; RHCP)
links circulair (B_1; LHCP)
frekwentie : 11.786 MHz
stabiliteit: ± 25 kHz (over één dag)
± 350 kHz (over lange termijn).

Het uitgezonden vermogen en het ontvangen vermogen van dit baken zijn opgenomen in tabel 4.

Tabel 4: Vermogensbalans van het B_0/B_1-baken

Satelliet:	TWT uitgangsvermogen (≈2W)(8)	:	33	dBm
	verlies na de TWT (8)	:	-1,1	dB
	maximale antennewinst (1)	:	29,1	dB
	verlies richting Eindhoven (1)	:	-1,0	dB +
	EIRP	:	60,0	dBm
Propagatiepad:	vrije ruimte verlies	:	-205,6	dB +
Grondstation:	ontvangen vermogen	:	-145,6	dBm

In tabel 5 is geheel analoog aan tabel 3 de ontvangstsituatie uitgewerkt.

Tabel 5: Ontvangstsituatie voor 3 verschillende antennes

Diameter antenne	1,6	3	8	m
1. Antennewinst (η=½)	42,9	48,4	56,9	dB
2. Ontvangen vermogen	-154,6	-145,6	-145,6	dBm
3. Vermogen aan ingang ontvanger (1+2)	-102,7	- 97,2	- 88,7	dBm
4. Ontvangerruis	-165,6	-165,6	-165,6	dBm/Hz
5. Signaal-ruis verhouding per Hz bandbreedte (3-4)	62,9	68,4	76,9	dB/Hz
6. Signaal-ruisverhouding in 100 Hz bandbreedte	42,9	48,4	56,9	dB

3.3.6 De bakens van het grondstation (zendexperiment).
Verschillende deelnemers aan het experiment beschikken over twee eigen zendfrekwenties zoals in Nederland de PTT in Nederhorst den Berg (B4 en B5), ESTEC Noordwijk (B10 en B11) en de Technische Hogeschool te Eindhoven (B20 en B21) om experimenten in de 14 GHz band te kunnen doen. Samen met andere stations in Europa worden in de frekwentieband 14.455 - 14.460 MHz in totaal 20 bakens, die circulair gepolariseerd zijn, naar module B van de OTS gezonden (zie tabel 6). De even genummerde bakens zijn rechts-circulair gepolariseerd (RHCP) en de oneven genummerde links-circulair (LHCP).

Door de 5 MHz repeater (LR of RL) worden deze bakens weer teruggezonden via de Eurobeam B antenne naar aarde in de frekwentieband 11.792,5 - 11.797,5 MHz. Op deze wijze kunnen de eigen bakens weer ontvangen worden, alleen 2.662,5 MHz verschoven.

Door deze experimenten kan inzicht worden verkregen in de demping in de 14 GHz band en in polarisatie-isolatie (par. 3.3.4).

Om bovenstaande te realiseren moet het grondstation de bakens b.v. B20 en B21 uitzenden naar de satelliet met tegengestelde circulaire polarisatie en met een onderling verschil van 5 kHz. Afhankelijk van welke repeater in module B van de OTS in gebruik is, ontstaat er een verschillende situatie wat betreft polarisatierichting (Fig. 13 en Fig. 14). In deze figuren duidt een accent de kruispolarisatiecomponent aan (b.v. B20 is RHCP en B20' is dus LHCP); de toevoeging D (van "down") geeft aan dat het baken naar de aarde teruggezonden wordt in de 11 GHz band met tegengestelde polarisatie (b.v. B20 is RHCP en B20D is dus LHCP).

Stel dat kanaal LR ingeschakeld staat; dit betekent tevens dat het baken B_0 gebruikt wordt (Fig. 13). Bij helder weer komen dan twee signalen door de repeater, een sterk hoofdpolarisatie signaal B_{21} en een zwak kruispolarisatiesignaal B_{20}' (eveneens LHCP). Als de antennes perfect waren en de atmosfeer geen depolarisatie opleverde, was dit laatste signaal nul. Echter door de imperfecte antenne treedt een overgebleven polarisatie-isolatie van ongeveer 30 dB op. De twee signalen B_{20}' en B_{21} worden omlaag gemengd naar de 11 GHz band en weer uitgezonden naar de aarde, alleen nu in tegengestelde polarisatie ($B_{20}'D$ en $B_{21}D$ zijn dan RHCP). Om het kruispolarisatiesignaal $B_{20}'D$ nog goed te kunnen meten, moet bij het zenden het baken B_{20} 15 dB meer vermogen bezitten.

Als kanaal RL echter in gebruik is, geldt de situatie van Fig. 14 waarbij B_{21} 15 dB meer vermogen nodig heeft.

De ratio van de twee ontvangen signalen is een maat voor de polarisatie-isolatie, onafhankelijk van de versterking van de repeater, demping op het pad naar beneden en variaties in de versterkers van het grondstation.

De demping die opgetreden is in de 14 GHz band, dus bij het zenden naar de satelliet toe, kan indirekt verkregen worden door vergelijking met de demping in de 11 GHz band van het B_0/B_1-baken; hiertoe moet dan de demping van het B_0-baken, welke optreedt op het pad naar beneden, afgetrokken worden van de totale demping van het $B_{21}D$-

Tabel 6: De 20 bakens van het zendexperiment

STATION No	STATION LOCATION	MODIFIED BABCOCK CH No	BEACON SIGNAL	FREQUENCY MHZ
1	BRITISH POST OFFICE MARTLESHAM HEATH SUFFOLK ENGLAND	1	B2 B3	14455.050 14455.055
2	NETHERLANDS ADMINISTRATION NEDERHORST DEN BERG (NEAR HILVERSUM) HOLLAND	2	B4 B5	14455.139 14455.144
3	AUSTRIAN ADMINISTRATION AFLENZ* (NEAR VIENNA) AUSTRIA	7	B6 B7	14455.584 14455.589
4	FRENCH ADMINISTRATION GOMETZ-LA-VILLE (WEST OF PARIS) FRANCE	11	B8 B9	14455.940 14455.945
5	EUROPEAN SPACE AGENCY MOBILE STATION (INITIALLY AT NOORDWIJK, HOLLAND)	24	B10 B11	14457.097 14457.102
6	ESA/TELESPAZIO FUCINO ITALY	27	B12 B13	14457.364 14457.369
7	SWEDISH ADMINISTRATION FARSTA NR STOCKHOLM SWEDEN	35	B14 B15	14458.076 14458.081
8	DANISH ADMINISTRATION COPENHAGEN DENMARK	42	B16 B17	14458.699 14458.704
9	NORWEGIAN ADMINISTRATION KJELLER (NEAR OSLO) NORWAY	54	B18 B19	14459.767 14459.772
10	EINDHOVEN TECH HIGH SCHOOL EINDHOVEN HOLLAND	56	B20 B21	14459.945 14459.950

* RECEIVING STATION AT GRAZ.
NOTE: FOR DOWN LINK FREQUENCIES SUBTRACT 2662.5 MHz.

baken, welke optreedt op het pad zowel naar boven als naar beneden (of B_1 van het $B_{20}D$).

De TWTA ("Travelling Wave Tube Amplifier") van module B wordt in het lineaire gebied gebruikt met een maximum uitgangsvermogen van 5 Watt. Hiervan wordt 2 Watt gebruikt voor het B_0/B_1-baken en 0,2 Watt voor elk van de 10 bakenparen, afkomstig van de aarde. (Tabel 7).

Afhankelijk van de antennewinst van het grondstation zal er een bepaald vermogen opgewekt moeten worden om aan deze EIRP-'s te voldoen. In tabel 8 is dit berekend voor een drietal antennes.

De vermogensbalans voor de bakens, als deze weer omlaag gezonden worden, is weergegeven in tabel 9.

Analoog aan par. 3.3.5 kan, afhankelijk van het ruisgetal van de ontvanger en de antennewinst, de signaal-ruisverhouding weer berekend worden. Ook hier geldt de opmerking over ideale omstandigheden. Mocht verder een of ander gegeven van de satelliet veranderen, dan heeft dit natuurlijk ook gevolgen voor de opgestelde balans!

Resumé

B_{20} (RHCP)	14.459,945 MHz
B_{21} (LHCP)	14.459,950 MHz
$B_{20}D$ (LHCP)	11.797,445 MHz
$B_{21}D$ (RHCP)	11.797,450 MHz

Polarisatie-isolatie (satelliet) ongeveer 30 dB

LR-repeater: $B_{20} = B_{21} + 15$ dB

RL-repeater: $B_{21} = B_{20} + 15$ dB.

Tabel 7: Vermogensbalans voor het zendexperiment

Satelliet:	1. TWT uitgangsvermogen (≈0,18 W)	22,5 dBm
	2. Repeater versterking (stap 6)	127 dB
	3. Repeater ingangsvermogen (1-2)	-104,5 dBm
	4. Antenneversterking (richting Eindhoven!)	28,1 dB
	5. Ingangsvermogen (3-4)	-132,6 dBm
	6. Vrije ruimte verlies	207,5 dB
Grondstation:	7. Uit te zenden EIRP (5+6) ("Hoofdpolarisatie-signaal")	74,8 dBm
	8. Ratio hoofd-kruispolarisatie	15 dB
	9. Uit te zenden EIRP (7+8) ("Kruispolarisatie signaal")	89,8 dBm

Tabel 8: Benodigd zendvermogen

Diameter antenne	1,6	3	8	m
10. Antennewinst ($\eta = \frac{1}{2}$)	44,7	50,1	58,6	dB
7. EIRP	74,8	74,8	74,8	dBm
11. Zendvermogen (7-10)	30,1	24,7	16,2	dBm
	1,023	0,295	0,042	Watt
9. EIRP	89,8	89,8	89,8	dBm
12. Zendvermogen (9-10)	45,1	39,7	31,2	dBm
	32.359	9,333	1,318	Watt

Tabel 9: Vermogensbalans voor de zendbakens (OTS → aarde)

Satelliet:	"Hoofd"	"Kruis"	
TWT uitgangsvermogen (≈0,18 W)	22,5	7,5	dBm
verlies na de TWT	-1,1	-1,1	dB
antennewinst (richting Eindhoven!)	28,1 +	28,1 +	dB
EIRP	49,5	34,5	dBm
propagatiepad: vrije ruimte verlies	-205,6 +	-205,6 +	dB
Grondstation: ontvangen vermogen	-156,1	-171,1	dBm

Andere eisen:
Polarisatie-isolatie (zendantenne Eindhoven) > 40 dB.
Calibratie van B_{20}-zendvermogen: $B_0=B_{21}D$ + 10,5 dB (LR)
Calibratie van B_{21}-zendvermogen: $B_1=B_{20}D$ + 10,5 dB (RL))
1 à 2 dB reserve aan zendvermogen voor diversen.
EIRP-stabiliteit < ± 0,25 dB
Frekwentiestabiliteit: baken: ± 1 deel op 10^7 (± 1,5 kHz)
5 kHz verschil: ± 1 deel op 10^4 (± 0,5 Hz)

3.4 De SIRIO satelliet

Het SIRIO programma werd voor het eerst voorgesteld in 1967 voor een propagatie- en communicatie-experiment in de 12 - 18 GHz band. Oorspronkelijk was dit het Europese ELDO-PAS projekt. Dit projekt werd echter geannuleerd en door de Italianen als nationaal SIRIO projekt overgenomen met als belangrijkste doelstelling het ontwikkelen van de Italiaanse industrie en wetenschap met betrekking tot de ruimtetechnologie (41). Oorspronkelijk zou de satelliet gelanceerd worden in 1971, maar door talloze politieke, financiële en organisatorische moeilijkheden werd de lancering steeds opnieuw uitgesteld. Hierdoor ging de belangstelling van veel Europese landen voor SIRIO grotendeels verloren en ging men zich concentreren op eventuele ontvangst van de satellieten ATS-6 en OTS. In mei 1977 werd echter aangekondigd dat de lancering op korte termijn door zou gaan, hetgeen op 25 augustus 1977 werd gerealiseerd.

In tegenstelling met de OTS welke in 3 assen is gestabiliseerd heeft de SIRIO een zogenaamde "spinstabilisatie", d.w.z. de opbouw is cylindervormig en de satelliet roteert met ca. 90 omw/min om de cylinderas. Het subsatellietpunt van deze geostationaire satelliet is 15° west, corresponderend met azimuth (gemeten vanuit het noorden) en elevatiehoeken in Eindhoven van:
azimuth 205°12', elevatie 28°48'.

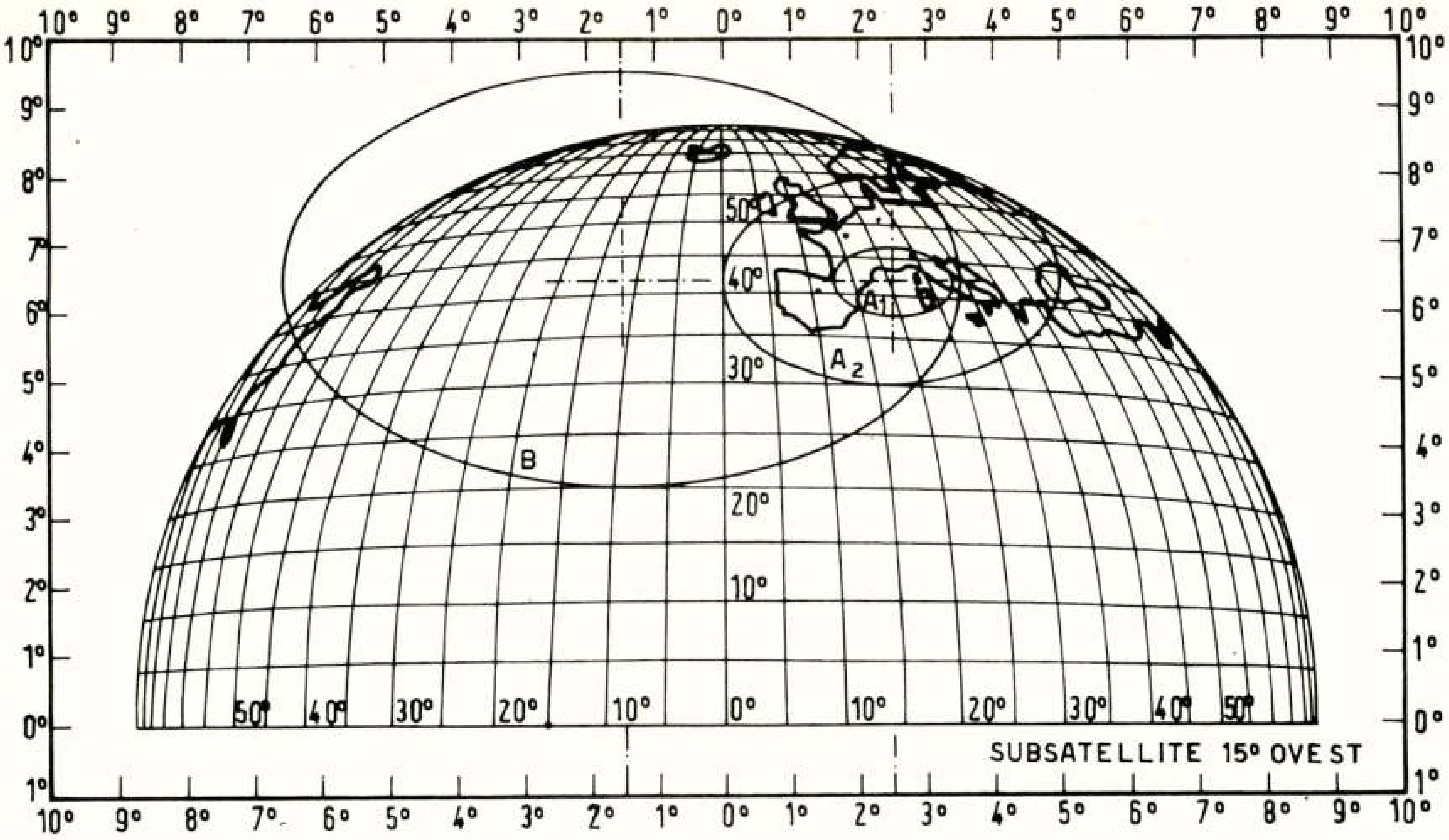
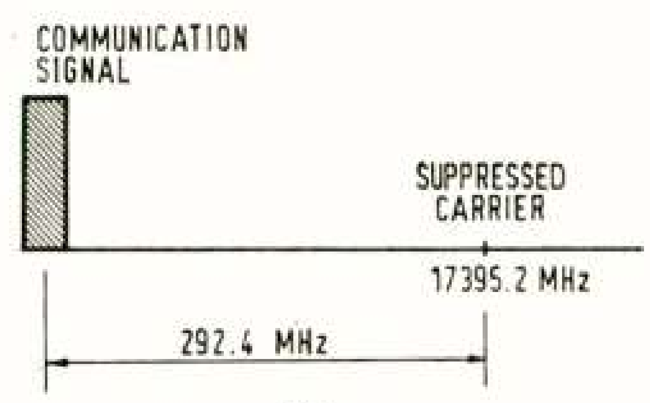
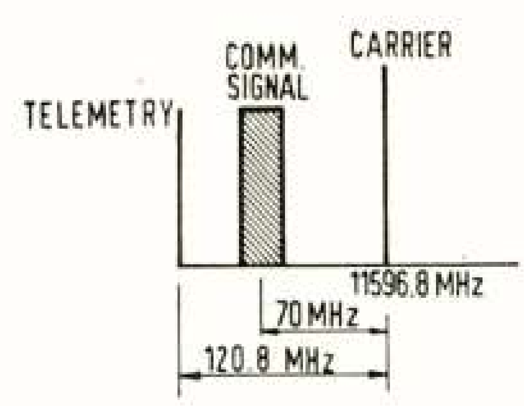


Fig. 15. Antennebereik van de SHF SIRIO antenne



(a)



(b)

Fig. 16. Frekwentiespektra voor het communicatie experiment

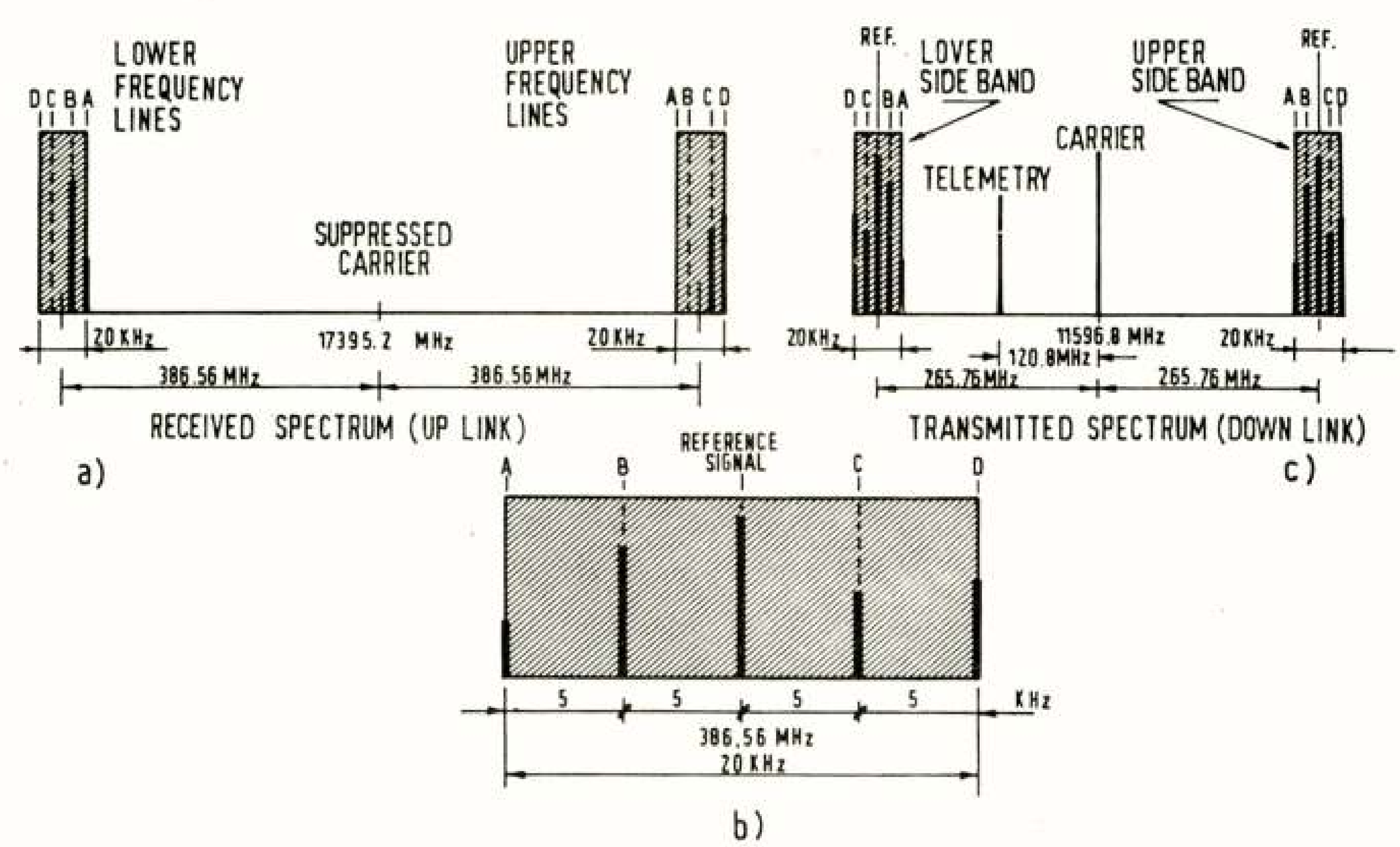


Fig. 17. Frekwentiespektra voor het propagatie experiment

De SHF antenne van de satelliet kan gericht worden in de z.g. A_1 en A_2 positie, op $2{,}5^o$ oost en $6{,}5^o$ noord en in de B positie ($1{,}5^o$ west en $6{,}5\ ^o$ noord). De A_1 positie belicht alleen delen van Italië, terwijl A_2 centraal Europa belicht. In stand B is het mogelijk om ook nog delen van Noord Amerika te belichten (Fig. 15).

Het Sirio programma bevat meerdere experimenten:

1. Enige wetenschappelijke experimenten o.a. het meten van protonen en elektronen fluxdichtheden en magnetische velden in de ruimte.
2. Communicatie-experimenten met een transponder bandbreedte van 32 MHz. Deze experimenten spelen zich hoofdzakelijk af in Italië, waarbij men deze transponder gebruikt voor een breedband FM-TV experiment bij 12 en 18 GHz en tevens voor digitale televisie met 34 en 17 Mbit/s (42). Het frekwentiespektrum van het communicatie-experiment is te zien in Fig. 16.
3. Propagatie-experimenten met het doel gegevens te verzamelen van de atmosfeer in de band 10 - 20 GHz.

Fig. 17 toont het spektrum van de satelliet voor de propagatie-experimenten. In het propagatie-experiment kunnen door de satelliet vier frekwenties ontvangen worden, gerangschikt in twee paren zijlijnen rondom een onderdrukte draaggolf van 17.4 GHz. Deze zijlijnen zijn op 386,660 MHz en 386,555 MHz gelegen van de draaggolf. De satelliet transponder converteert de frekwentie van bovenstaand signaal met een lokale oscillator, waarvan de frekwentie slechts 5 kHz verschilt van de draaggolf. Er ontstaat dan een MF-signaal, zoals te zien is in Fig. 17.b. Dit MF-spektrum bevat vier spektraallijnen, die corresponderen met de lijnen die van de aarde ontvangen worden, waaraan een vijfde lijn is toegevoegd. Deze vijfde lijn wordt aan boord van de satelliet opgewekt gecalibreerd en als een referentiesignaal voor amplitudemetingen aan de andere vier signalen toegevoerd. De afstand tussen de spektraallijnen bedraagt slechts 5 kHz, zodat het totale signaal beperkt blijft tot een bandbreedte van 20 kHz en smalbandig kan worden gefilterd. Zodoende kan zelfs bij sterke demping een signaal ontvangen worden met een voldoende signaal-ruis verhouding. Na filtering en frekwentieconversie wordt het spektrum gecentreerd rondom een nieuwe middenfrekwentie van 265 MHz en daarna amplitude gemoduleerd op een draaggolf van 11.6 GHz (Fig. 17.c). De draaggolf wordt nu vanaf de satelliet uitgezonden met een geijkte amplitude, evenals de zijbanden. Het systeem is nu zodanig, dat alle frekwenties coherent zijn en afgeleid van een hoofdoscillator aan boord van de satelliet.

Met het propagatie-experiment kan men de volgende metingen verrichten:

1. Pad aarde-satelliet (ontvangen)
   a. paddemping absoluut 11.6 GHz
   b. relatieve paddemping tussen twee signalen 530 MHz verschil
   c. fase distorsie door fase van draaggolf en zijbanden te vergelijken 530 MHz verschil
   d. ruimte diversity
   e. kruispolarisatie
2. Pad aarde-satelliet (zenden)
   a. absolute paddemping 17,4 GHz
   b. relatieve paddemping tussen twee signalen verschil 770 MHz
   c. ruimte diversity.

4. SLOTOPMERKINGEN

In dit nummer van het Tijdschrift van het Nederlands Electronica en Radiogenootschap treft U de resultaten aan van het onderzoek met de geostationaire satellieten OTS en SIRIO gedurende de jaren 1978 en 1979 voor zover dit onderzoek, althans voor het grootste deel, heeft plaats gevonden in België en Nederland.

Deels zullen de bijdragen bestaan uit beschrijvingen van de voor dit doel ontworpen apparatuur (43, 44, 45), deels kunnen bijzondere resultaten worden genoemd (34, 45, 46). Ondersteunende experimenten met radiometers en weerradar krijgen ook ruimschoots aandacht (29,34,45,46).

De auteur is dank verschuldigd aan mevr. T. van de Ven-Pellegrino voor de voortreffelijke wijze waarop zij het manuscript van deze publikatie heeft verzorgd.

5. LITERATUUR

(1) Proceedings of ATS-6 Meeting, ESTEC, Noordwijk, 6-7 september 1977 (ESA SP-131, oktober 1977).

(2) G. Brussaard: "Toepassingen van frekwenties boven 10 GHz: mogelijkheden en problemen", De Ingenieur, Jrg. 82, No. 47, 20-11-1970.

(3) G. Mie: "Beitrage zur Optik trueber Medien, speziell colloidaler Metalllösungen", Ann. Physik, Vol. 25, 1908.

(4) J.O. Laws & D.A. Parson: "The Relation of Drop Size to Intensity", Trans. Am. Geophys. Union, 1943.

(5) J.W. Ryde & D. Ryde: "Attenuation of cm- and mm-waves by rain, hail, fogs and clouds", GEC Report No. 8670, Mei 1945.

(6) J.H. Lane: "Scintillation and absorption fading on line-of-sight links at 35 and 100 GHz", Tropospheric Wave Prop. Conf., Publ. 48, oktober 1968.

(7) C. Tsao e.a.: "EHF Radio waves for high speed data communications", IEE Conf. Publ. 98: Propagation of radiowaves at freq. above 10 GHz.

(8) M.J.M. van Weert: "The influence of frequency and receiver aperture on the scintillation noise power", AGARD Conference nr. 159 on Electromagnetic Noise, Interference and Compatibility, pp. 12.1-12.10, Parijs 21-25 oktober 1974.

(9) B.G. Evans and P.T. Thompson: "Use of cancellation techniques in the measurement of atmospheric cross-polarisation", Electronics Letters, Vol. 9, No. 19,

pp. 447-448, september 1973.

(10) T. Oguchi: "Attenuation and phase rotation of radio waves due to rain", Radio Sci., Vol. 8, pp. 31-38, 1973.

(11) J.A. Morrison and M.J. Cross: "Scattering of a plane electromagnetic wave by axi-symmetic raindrops", Bell Syst. Techn. Journal, Vol. 53, pp. 955-1019, 1974.

(12) G. Brussaard: "Rain-induced cross-polarisation and raindrop casting", Electronics Letters, Vol. 10, pp. 411-412, 1974.

(13) L.J. Ippolito: "Millimeter wave propagation and communications experiments at 20 and 30 GHz", IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems, Vol. AES-11, Nr. 6, pp. 1067-1084, november 1975.

(14) D.C. Hogg and T.S. Chu: "The role of rain in satellite communications", Proc. IEEE, Vol. 63, No. 9, pp. 1308-1332, september 1975.

(15) F. Zelders: "Het radiometer experiment bij 30 GHz", pp. 71-80, Tijdschrift Nederlands Radio Genootschap, deel 42, no. 3, 1977.

(16) P.F. Shulie, J.E. Allnut, E.C. Mackenzie: "Depolarisation results at 30 GHz using transmission from the ATS-6 satellite", Paper presented at URSI Symposium in Non-Ionized Media, pp. 367-371, La Baule, France, 28 april - 6 mei 1977.

(17) J. Dijk and E.J. Maanders: "Copolar and cross-polar signals received at 30 GHz from ATS-6", pp. 375-381, Paper presented at URSI Symposium Propagation in Non-Ionized Media, La Baule, France, 28 april - 6 mei 1977.

(18) H.J. Savody: "Effects of scattering by rain on radiometer measurements at millimeter wavelengths", Proc. IEE, Vol. 121, pp. 257-263, april 1974.

(19) P.L. Smith, K.R. Hardy and K.M. Glover: "Applications of radar to meteorological operations and research", Proc. IEEE, Vol. 62, No. 6, pp. 724-744, juni 1974.

(20) J. Goldhirsh and F.L. Robinson: "Attenuation and space diversity statistics calculated from radar reflectivity data of rain", IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. AP 23, No. 2, pp. 221-228, maart 1975.

(21) G. Brussaard: "Requirements for propagation research at frequencies above 15 GHz", ESA Scientific and Technical Review, Vol. 2, pp. 69-77, 1976.

(22) J. Dijk and E.J. Maanders: "ATS-6 satellite 30 GHz propagation measurements during heavy thunderstorms", Journal of the British Interplanetary Society, Vol. 30, No. 4, pp. 143-147, April 1977.

(23) J. Dijk, E.J. Maanders and P. de Winter: "Scintillation effects receiving ATS-6 at 30 GHz", Paper presented at URSI Symposium Propagation in Non-Ionized Media, La Baule, France, 28 april - 6 mei 1977.

(24) J. Dijk, E.J. Maanders and M.J.M. Oostvogels: "An antenna mount for tracking geostationary satellites", TH Report 77-E-74, 41 pages, Eindhoven University of Technology, mei 1977.

(25) J. Dijk and E.J. Maanders: "Het millimeter golf experiment bij 30 GHz met ATS-6", Tijdschrift NERG, deel 42, Nr. 3, pp. 63-70, 1977.

(26) J.P. van der Fluit: "Faraday rotatie en amplitude scintillatie op het bakensignaal van de ATS-6 (360 MHz)", Tijdschrift NERG, deel 42, nr. 3, pp. 81-85, 1977.

(27) J. Dijk, E.J. Maanders et al: "ATS-6 at Eindhoven University", Paper presented at ESTEC ATS-6 Final Conference, Noordwijk, september 1977.

(28) J. Dijk and J.M.G.A. Ouderling: "A receiving system for experimental geostationary satellites with very accurate phase detection", Paper presented at the Symposium on Advanced Satellite Communications Systems using the 20-30 GHz bands, pp. 237-245, Genova, Italy, 14-16 december 1977.

(29) E.P.W. Attema: "De toepassing voor weerradar voor propagatiepredicties", In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

(30) A. Mawira e.a.: "Annual Distributions of Rain Rates in their Year to Year Variations", Document submitted to CCIR, SPM, juni 1978.

(31) J. Neessen e.a.: "Statistical slant path attenuation at 11.75 GHz and 17.6 GHz", Document submitted to CCIR, SPM, juni 1978.

(32) J. Neessen e.a.: "Worst month statistics slant of path attenuation at 11.75 GHz and 17.6 GHz", Submitted to CCIR, SPM, juni 1978.

(33) CCIR Rapport 569-1: "Propagation data required for space telecommunication systems", december 1977.

(34) C.N.F. Hansen: "OTS ontvangst in Eindhoven", In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

(35) "Communication satellite programme", "The Orbital Test Satellite", Data book, issue two, EC/4664/PB/sa (Rev. 1). EXTEC, maart 1975.

(36) P.J. Bartholomé: "European Communications satellite system", Satellite Communications: future systems, Vol. 54, D. Jarett, editor, American Institute of Aeronautics & Astronautics, 1977.

(37) C. Wearmouth and D.E. McLaurin: "Development of the orbital test satellite", in ibid. 36.

(38) "A review of some problems of in-orbit testing of a communication satellite", I.D. Clough & J. Susplugas, Satellite communication systems technology, IEE Conference publication no. 126, april 1975.

(39) "The attitude and orbit control system of the Orbital Test Satellite", R. Cau, in ibid. 38.
"Orbital Test Satellite", Orbital test programme (OTP) handbook, CEPT.
"Communication Satellites programme", "The Orbital Test Satellite", "Small receive-only and transmit/receive earth station requirements", juni 1975, EC/7234/AJB/AD/sa (Rev. 1), ESTEC.

(40) "Earth station considerations for the Orbital Test

Satellite: part III: Up link beacon experiment", april 1978, EC/17074/AJB/ho, ESTEC.

(41) F. Carassa: "The SIRIO Programme and its propagation and communication experiment", Alta Frequenza, Vol. XLVII, no. 4, pp. 233-239, april 1978.

(42) S. Brofferio, U. Lauro Grotto, E. Paolillo and F. Rocca: "The SIRIO communication experiment: digital transmission of television signals", Alta Frequenza, Vol. XLVII, no. 4, pp. 386-392, april 1978.

(43) J. van Capellen: "Grondstation Technologie", In dit nummer van het BERG Tijdschrift.

(44) K. Holleboom en J.M.H. Wagemans: "Signaalbewerking van OTS gegevens", In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

(45) A. Vander Vorst: "The OTS programme in Belgium", In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

(46) F. Zelders: "Propagatie onderzoek met de SIRIO en OTS satelliet", In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

GRONDSTATIONTECHNOLOGIE

Ir. J. van Cappellen

Dr. Neher Laboratorium PTT

Earthstation technology: A description of the experimental earthstation of the Dr. Neher Laboratories (PTT) in Nederhorst den Berg, is given together with an overview of the equipment used for propagation experiments with the Italian "Satellite Italiana de Ricerche Orientale" (SIRIO) and the European "Orbital Test Satellite" (OTS)

1. INLEIDING

Toen aan het eind van de jaren zestig door Italië de SIRIO satelliet (Satellite Italiana de Ricerche Orientale) werd aangekondigd, betekende dit voor het Dr. Neher Laboratorium een mogelijkheid de al bestaande plannen voor propagatie-onderzoek op satellietpaden te realiseren.

Er werd aan de industrie opdracht gegeven een antenne te bouwen met een diameter van 10 meter en een oppervlaktenauwkeurigheid die zodanig was, dat de antenne tot frequenties van 40 GHz gebruikt zou kunnen worden.

Tegelijkertijd werd begonnen met het ontwerp en de bouw van apparatuur om met SIRIO propagatie-onderzoek te kunnen verrichten. Antenne en apparatuur kwamen gereed in 1972, het jaar waarin SIRIO zou worden gelanceerd. Door allerlei oorzaken vond de lancering echter eerst in augustus 1977 plaats.

In deze periode werd door de European Space Agency (ESA) een meer geavanceerde satelliet ontwikkeld voor experimenten in de 11 GHz en 14 GHz band: OTS (Orbital Test Satellite). De eerste lancering van OTS in oktober 1977 mislukte, waarna in mei 1978 OTS-2 in een stationaire baan om de aarde werd gebracht.

Gezien de onzekere situatie die rond SIRIO bestond en het meer uitgebreide meetprogramma dat met OTS mogelijk was, werd besloten ook voor OTS apparatuur te ontwikkelen voor het verrichten van propagatiemetingen. Deze apparatuur is na de lancering in mei 1978 in gebruik genomen.

Deze bijdrage handelt over de antenne, de SIRIO-apparatuur en de OTS-apparatuur.

2. ANTENNE

Het experimentele grondstation van het Dr. Neher Laboratorium (DNL) staat in Nederhorst den Berg, 7 km ten westen van Hilversum.

De antenne heeft een diameter van 10 meter en de elevatie-as ervan is gemonteerd op de apparatuurruimte. De combinatie antenne-apparatuurruimte kan op een railbaan draaien en verzorgt zo de Azimuth-beweging. De voornaamste mechanische eigenschappen van de antenne zijn weergegeven in tabel I.

Type	Cassegrain
Diameter schotel	10 meter
F/D verhouding	0,433
Oppervlaktenauwkeurigheid	0,3 mm. r.m.s.
Subreflector	hyperboloïde, diamter 1,1 m
Primaire straler	gegroefde hoorn, diameter 0,3 m
Draaibereik	720° azimuth
	90° elevatie
Maximum snelheid azimuth	$0,67^{\circ}/s$
Elevatie	$0,33^{\circ}/s$
Oplossend vermogen positie-uitlezing	$0,002^{\circ}$

Tabel I: Mechanische eigenschappen

De gain van de antenne is op verschillende manieren bepaald:

a. Meting van het ontvangen vemogen van een bron op een toren op 11 km afstand.
b. Integratie van het antennediagram.
c. Meting van het ruisvermogen dat van een daarvoor geschikte radioster wordt ontvangen.

De uitkomsten van b en c bleken zeer dicht bij elkaar te liggen, terwijl de uitkomst van methode a enkele tienden dB afweek.

De elektrische eigenschappen van de antenne zijn opgenomen in tabel II.

Frequentie	11,6 GHz	14,5 GHz	17,6 GHz
Gain	59,7 dB	61,7	62,5 dB
3 dB bundelbreedte	$0,17^{\circ}$	$0,13^{\circ}$	$0,10^{\circ}$
Zijlusniveau ($\theta > 3^{\circ}$)	<-40 dB	<-40 dB	<-40 dB
Kruispolarisatieniveau binnen 1 dB bundelbreedte	<-35 dB	<-30 dB	<-30 dB
Reflectiedemping	> 30 dB	> 32 dB	> 30 dB

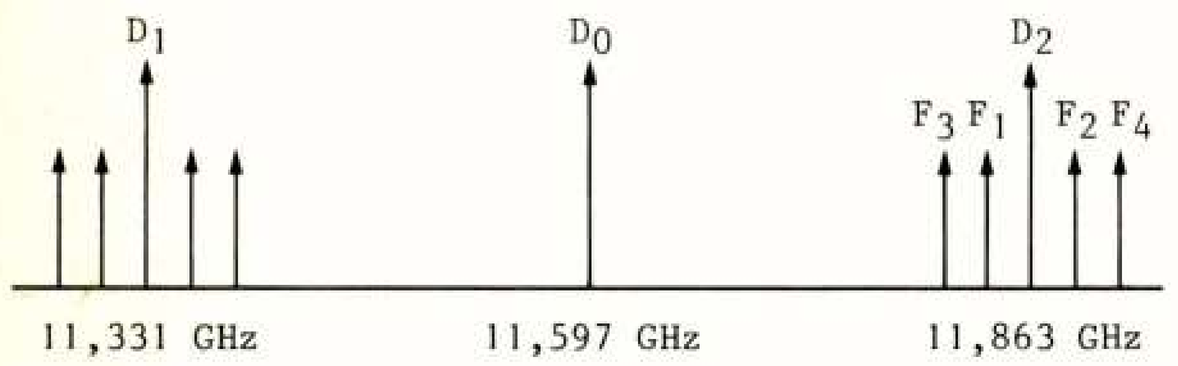
Tabel II

De antenne wordt aangedreven door asynchrone motoren die hun koppel via slipkoppelingen op de antenne overbrengen. Deze slipkoppelingen worden gestuurd uit transistorversterkers. Transistorschakelaars met hun hoge stoorniveaus ontbreken dus geheel in dit concept.

De stand van de subreflector kan op afstand worden gewijzigd door middel van stappenmotoren.

3. SIRIO-APPARATUUR

Alvorens over te gaan tot de beschrijving van de SIRIO-apparatuur volgt eerst een kort overzicht van de signalen die door SIRIO vanuit zijn positie in de geostationaire baan worden uitgezonden. Het spectrum hiervan is in figuur 1 getekend.



FIGUUR 1 : Spectrum SIRIO

Er worden drie circulair gepolariseerde bakens uitgezonden op 11,331 GHz, 11,597 GHz en 11,863 GHz (resp. D1, D0 en D2). Op 17 GHz en 17,8 GHz kunnen bakensignalen van de aarde naar de satelliet worden gezonden. Deze worden in de satelliet in frequentie verschoven en verschijnen als zijbanden van D1 en D2 (F1, F2, F3 en F4). Er kunnen slechts vier up-links gelijktijdig worden uitgezonden. De drie bakens D0, D1 en D2 worden afgeleid van één oscillator. Dit maakt het mogelijk deze drie signalen in de ontvanger naar één frequentie terug te mengen.

Met deze signalen is de meting van de volgende grootheden mogelijk:

1. Down-link demping (D0, D1, D2).
2. Differentiële down-link demping (D1-D2)
3. Differentiële faze. Door de signalen D0, D1 en D2 naar dezelfde frequentie terug te mengen kunnen zij in faze vergeleken worden. Hieruit kan de lineariteit van de fazekarakteristiek van het dempende medium (groeplooptijd vervorming) als functie van de frequentie worden bepaald.
4. Up-link demping.
5. Differentiële up-link demping. Indien men beschikt over de mogelijkheid een baken op 17,0 GHz en op 17,8 GHz uit te zenden, kan de frequentie-afhankelijkheid van de demping voor deze frequenties worden bepaald.
6. Polarisatie-ontkoppeling als functie van de atmosferische omstandigheden.

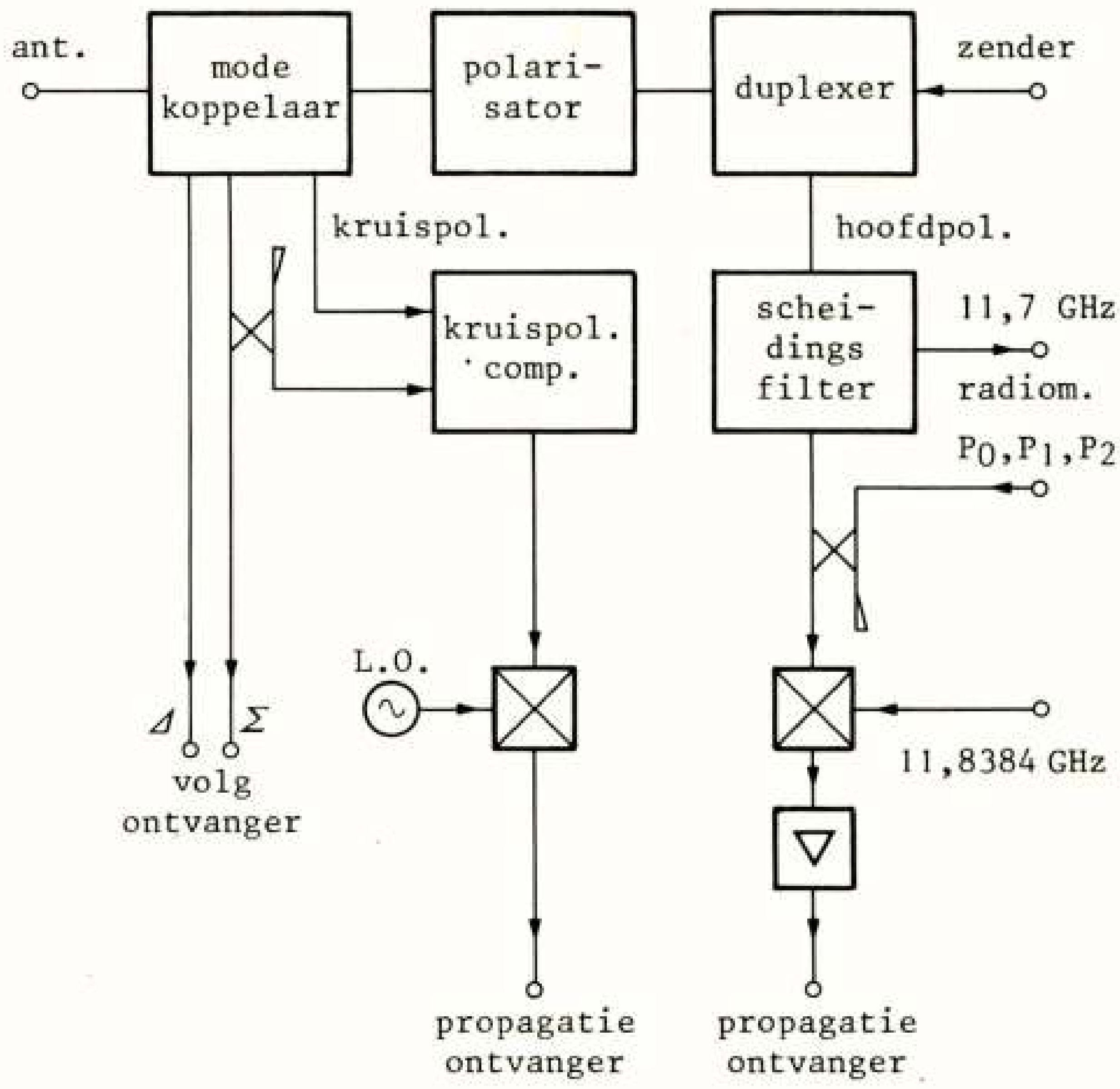
Daar bij de bouw van SIRIO weinig aandacht is besteed aan een goede ontkoppeling tussen links en rechts draaiende polarisatie, is de satelliet minder geschikt voor het meten van de invloed van de atmosfeer op de polarisatie-ontkoppeling.

In Nederhorst den Berg zijn de down-link demping en de differentiële down-link demping gedurende ongeveer een half jaar met het experimentele grondstation gemeten. De apparatuur was ook geschikt om differentiële faze en up-link demping te meten. Omdat meting van de differentiële faze niet mogelijk bleek, werd hieruit afgeleid dat het baken D0 niet van dezelfde oscillator afkomstig was als D1 en D2. Gedurende een maand is up-link demping gemeten. Omdat er geen toestemming verkregen was continu uit te zenden en omdat de apparatuur defect raakte, werd echter besloten dit experiment op te geven.

De apparatuur die is gebruikt voor het uitvoeren van de beschreven experimenten kan worden verdeeld in microgolfgedeelte, midden- en laagfrequent gedeelte en frequentiesynthese.

a. Microgolfgedeelte

Het blokschema van het microgolfgedeelte van de SIRIO-apparatuur is getekend in figuur 2.



FIGUUR 2 : Microgolfdeel SIRIO

De signalen die aan de uitgang van de hoorn beschikbaar zijn, worden in een modekoppelaar gesplitst in:

1. Som en verschilsignaal van de volgontvanger. Hiermee wordt de antenne op de satelliet gericht gehouden.
2. Hoofdpolarisatiesignaal. Dit signaal komt via een polarisator, waarin de circulaire polarisatierichting van het ontvangen signaal in een lineaire wordt omgezet, in de duplexer. Hier vindt de scheiding tussen zend- en ontvangband plaats. Een gedeelte van de ontvangband rond 11,7 GHz wordt via een scheidingsfilter naar een aparte uitgang voor een radiometer gevoerd. In dit bandje bevinden zich geen

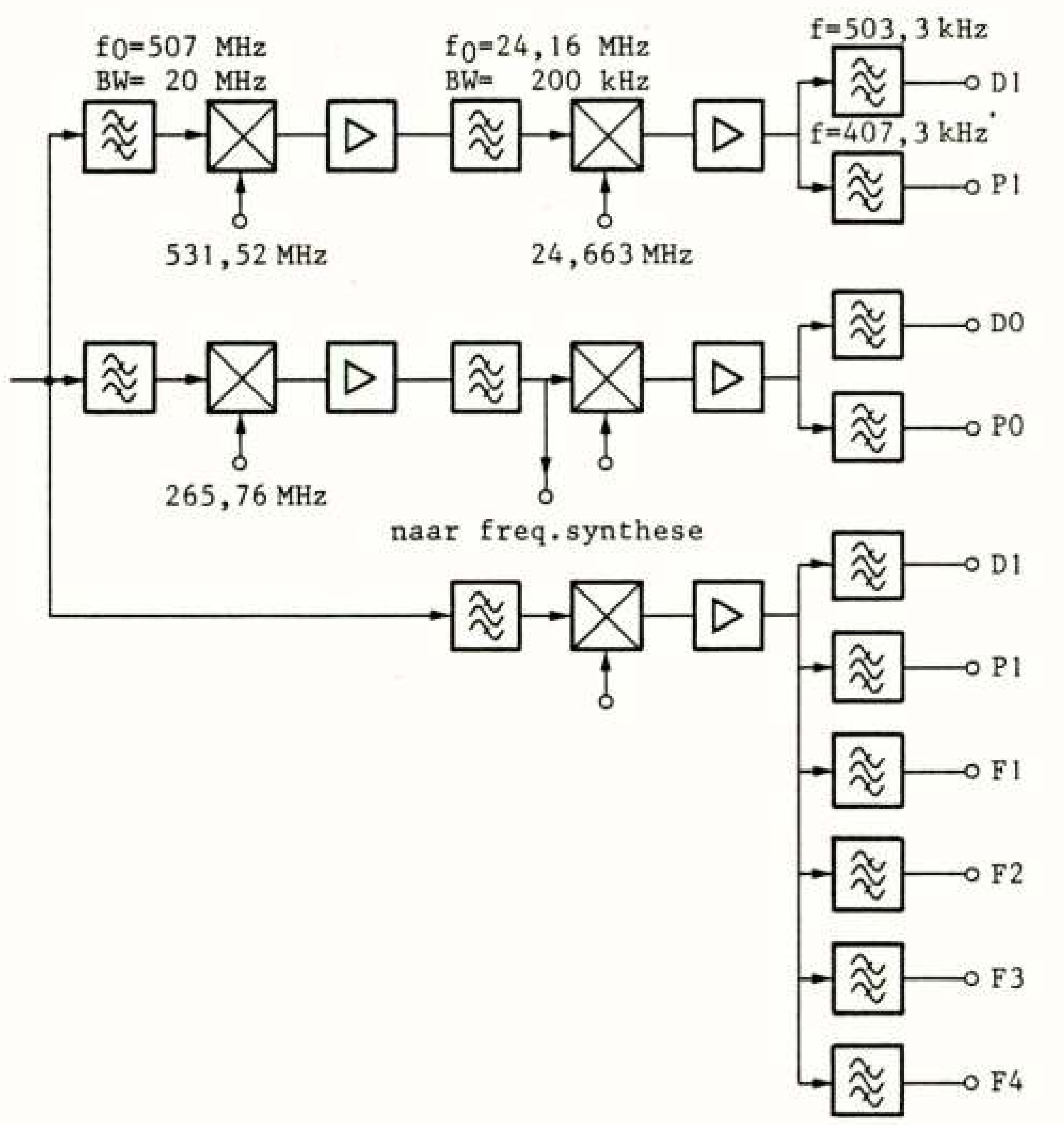
SIRIO-signalen; hierin wordt het ontvangen ruisniveau met behulp van een radiometer gemeten.

3. Kruispolarisatiesignaal. Dit signaal, dat in het ideale geval niet aanwezig behoort te zijn, heeft bij droog helder een vrij grote waarde (20 dB beneden het niveau van het hoofdpolarisatiesignaal). Deze waarde wordt door de eigenschappen van de satelliet bepaald. Om deze vaste bijdrage van de satelliet te elimineren en alleen de variaties ten gevolge van atmosferische invloeden te meten, wordt aan het kruispolarisatiesignaal een gedeelte van het hoofdpolarisatiesignaal toegevoegd met zodanige amplitude en faze, dat bij droog, helder weer juist uitdoving van het kruispolarisatiesignaal optreedt.

Na het scheidingsfilter worden drie pilootsignalen met bekende amplitude en frequentie ingekoppeld. Deze signalen dienen om eventuele variaties in de versterking van de ontvanger te elimineren.
De vier beschreven signaaluitgangen worden in frequentie getransformeerd en de middenfrequent signalen gaan naar de volgende trappen van de ontvanger.
Het hele microgolfdeel bevindt zich in een cylinder onmiddellijk achter de primaire straler van de antenne.

b. Midden- en laagfrequent gedeelte

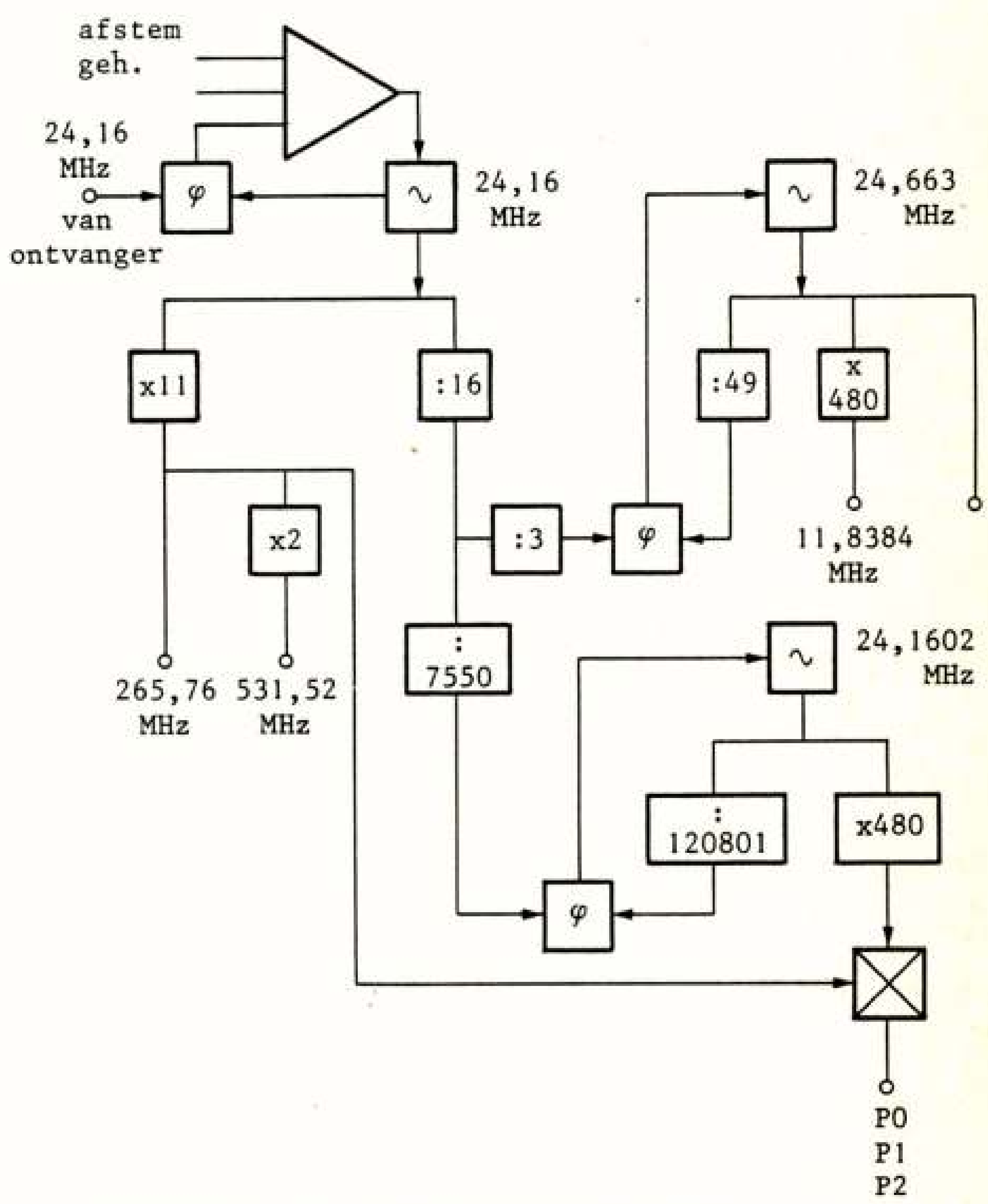
Dit deel van de ontvanger is conventioneel opgezet (zie figuur 3).



FIGUUR 3 : SIRIO ontvanger

De drie verschillende bakens van SIRIO (D0, D1 en D2) worden met de bijbehorende piloot gesplitst, omlaag geschoven in frequentie en tenslotte gefilterd met behulp van kristalfilters. De bandbreedte van deze filters is 200 Hz. Verder bestaat de mogelijkheid de signalen van de up-link bakens die in SIRIO worden omgezet tot zijbanden van D1 en D2 te meten (F1 t/m F4).
Na de filters volgen detectoren en logarithmische versterkers, waarbij tevens het niveau van de pilootsignalen in rekening wordt gebracht.
Met de grondstationantenne en de beschreven ontvanger kunnen dempingen tot 30 dB worden gemeten.

c. Frequentiesynthese



FIGUUR 4 : Frequentiesynthese SIRIO

Alle in de SIRIO-apparatuur gebruikte frequenties voor lokale oscillatoren en pilootsignalen worden afgeleid van een kristaloscillator die gekoppeld wordt aan de moederoscillator in SIRIO (zie figuur 4). Dit gebeurt met behulp van het signaal van het centrale down-link baken. Door deling, vermenigvuldiging en het gebruik van fazevergrendellussen worden alle benodigde frequenties van deze oscillator afgeleid. Zodra het signaal van SIRIO beneden een bepaalde drempel komt, wordt een geheugenschakeling ingezet, die de laatste frequentie van de moederoscillator vasthoudt.

d. "Up-link" experimenten

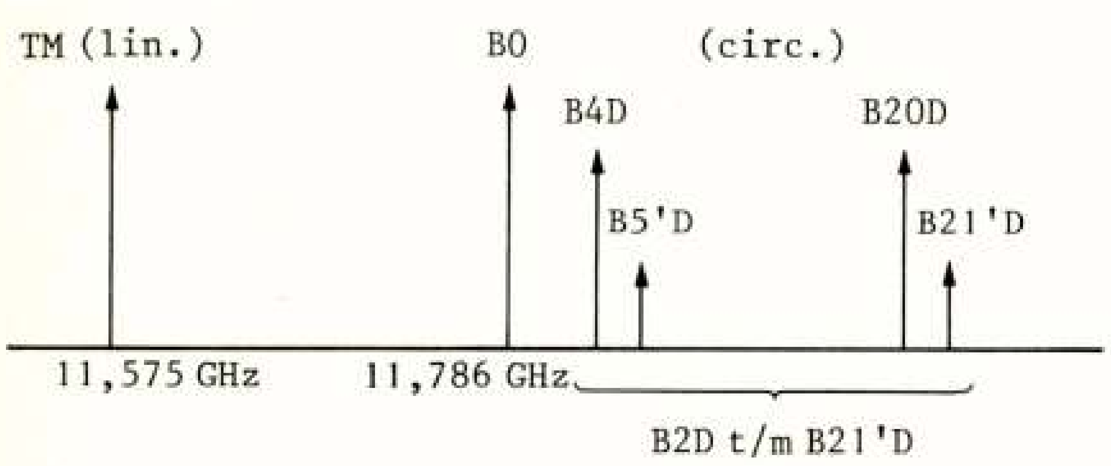
Om in de 17 GHz band gegevens te verkrijgen over de verschijnselen op een satellietpad, had het DNL de beschikking over een zender voor deze frequentie.

Het maximum uitgangsvermogen bedroeg 200 W; dit vermogen werd geleverd door een klystron versterker.

Het SIRIO-systeem eist dat het vermogen dat door de satelliet wordt ontvangen, constant wordt gehouden. Dit betekent vermogensregeling van de zender, waarbij het uitgezonden vermogen een maat is voor de demping.

4. OTS-APPARATUUR

De in opdracht van ESA ontwikkelde Orbital Test Satellite (OTS) heeft als doel de communicatiemogelijkheden via satellieten in de 11 GHz en 14 GHz band te onderzoeken. De resultaten van dit onderzoek worden gebruikt bij de ontwikkeling van de European Communications Satellite (ECS). Aan boord van OTS bevindt zich een aantal transponders; met één ervan, de B-transponder, kunnen propagatie-experimenten worden verricht. Tevens is voor het propagatie-onderzoek een tweetal bakens beschikbaar (zie figuur 5).



FIGUUR 5 : Spectrum OTS

De polarisatierichting van TM en B0 kan worden gewijzigd. De signalen heten dan $\overline{TM}$ resp. B1.
De signalen B2 t/m B21 zijn afkomstig van stations die aan de up-link experimenten deelnemen. Een station dat een up-link signaal verzorgt zendt in de 14 GHz band twee bakens uit, die tegengesteld zijn gepolariseerd. Het ene baken wordt door de satelliet in de hoofdpolarisatierichting ontvangen en ligt 5 kHz lager in frequentie dan het signaal dat door de satelliet in de kruispolarisatierichting wordt ontvangen. Beide bakens worden in de satelliet in frequentie verschoven naar de 11 GHz band. Om te voorkomen dat de deelnemers aan de up-link experimenten last hebben van intermodulatieprodukten, zijn de bakens van de tien deelnemende stations volgens een z.g. Babcock-verdeling over de bandbreedte van de B-transponder verdeeld.
Vanuit Nederhorst den Berg worden de bakens B4 en B5 naar OTS gezonden.
Het DNL meet de volgende propagatiegrootheden met OTS:

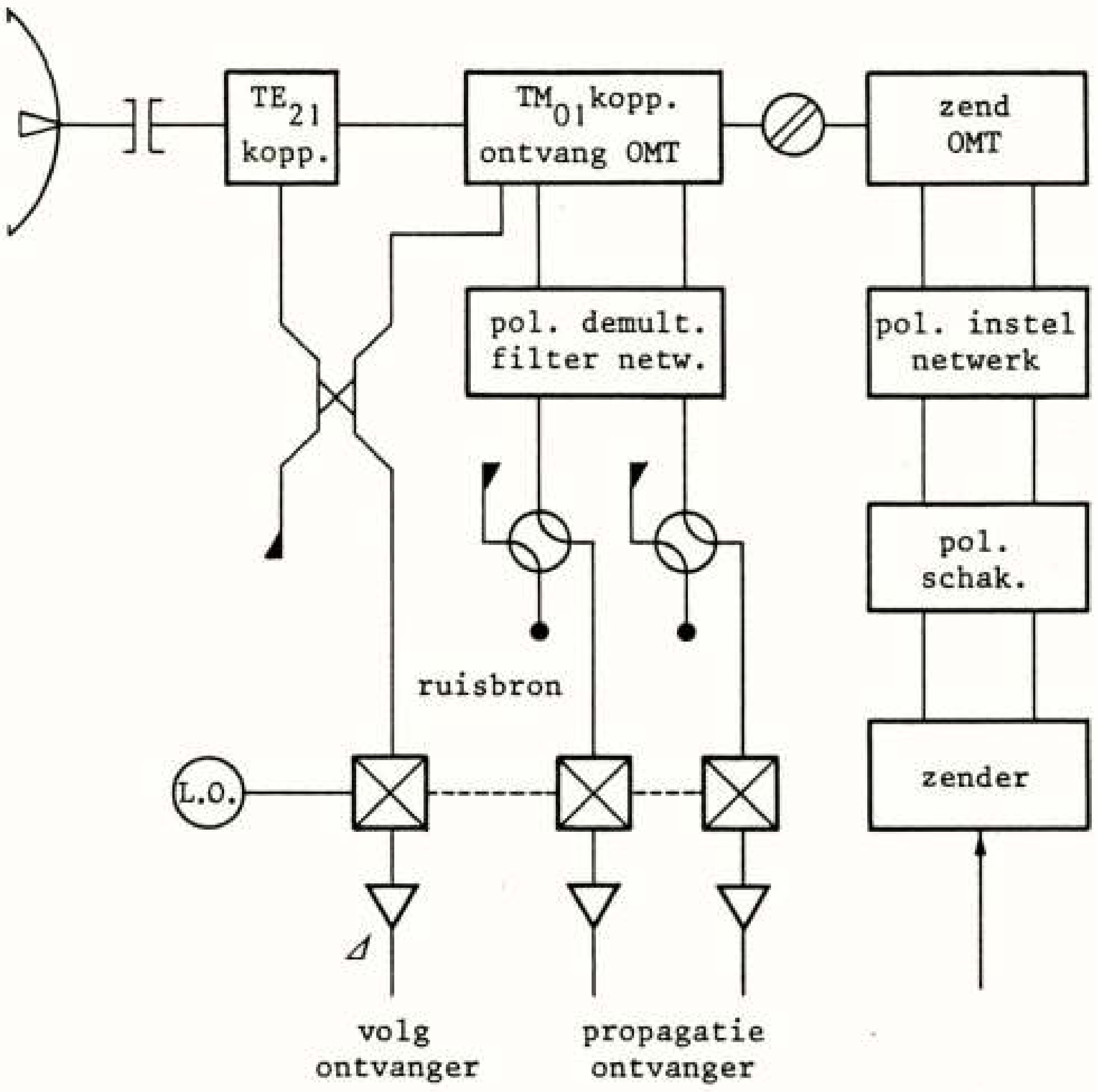
1. Demping van het lineaire baken (TM)
2. Kruispolarisatie van het lineaire baken (TM')
3. Demping van het circulaire baken (B0)
4. Kruispolarisatie van het circulaire baken (B0')
5. Demping van het circulaire up-link baken (B4D)
6. Kruispolarisatie van het circulaire up-link baken (B5'D)
7. Fazeverschil tussen het signaal in de hoofdpolarisatierichting (B0) en dat in de kruispolarisatierichting (B0') van het circulaire baken.

Aan de uitgang van de grondstationantenne zijn de volgende niveaus beschikbaar:

TM	-97,7 dBm
TM'	-132,7 dBm
B0	-84,4 dBm
B0'	-114,4 dBm
B4D	-94,4 dBm
B5'D	-109,4 dBm

Hierbij is uitgegaan van de nominale OTS-zendniveaus en is verondersteld, dat de polarisatie-ontkoppeling voor het lineaire baken 35 dB is en voor de circulaire bakens 30 dB.

a. Microgolfgedeelte



FIGUUR 6 : Microgolfdeel OTS

De verschillen tussen OTS- en SIRIO-signalen maakten het noodzakelijk een nieuw microgolfgedeelte te ontwerpen. Een complicatie hierbij was, dat voor de ontvangst van het linaire baken het golfpijpsysteem achter de antenne om zijn lengte-as moest kunnen draaien. Het blokschema van het microgolfdeel is in figuur 6 weergegeven.
Het golfpijpdeel verzorgt de volgende functies:

1. Uitkoppeling van de signalen die naar de propagatieontvanger gaan: TM, TM', B0, B0', B4D, B5'D.
2. Uitkoppeling van de signalen die naar de volgontvanger gaan. Voor het automatisch volgen met

behulp van het circulaire baken is uitkoppeling van de TM01-mode nodig. Om ook met behulp van het lineaire baken te kunnen volgen, moet de TE_{21} mode hierbij ook worden uitgekoppeld.

3. Inkoppeling van de zendsignalen met de juiste polarisatierichting.

Om te voorkomen dat microgolfsignalen van en naar het golfpijpdeel moeten worden gevoerd, zijn de eerste mengtrappen met lokale oscillatoren en de oscillatoren en eindtrappen van de zender in het golfpijpdeel opgenomen.

In tabel III zijn de belangrijkste eigenschappen van het microgolfdeel opgenomen.

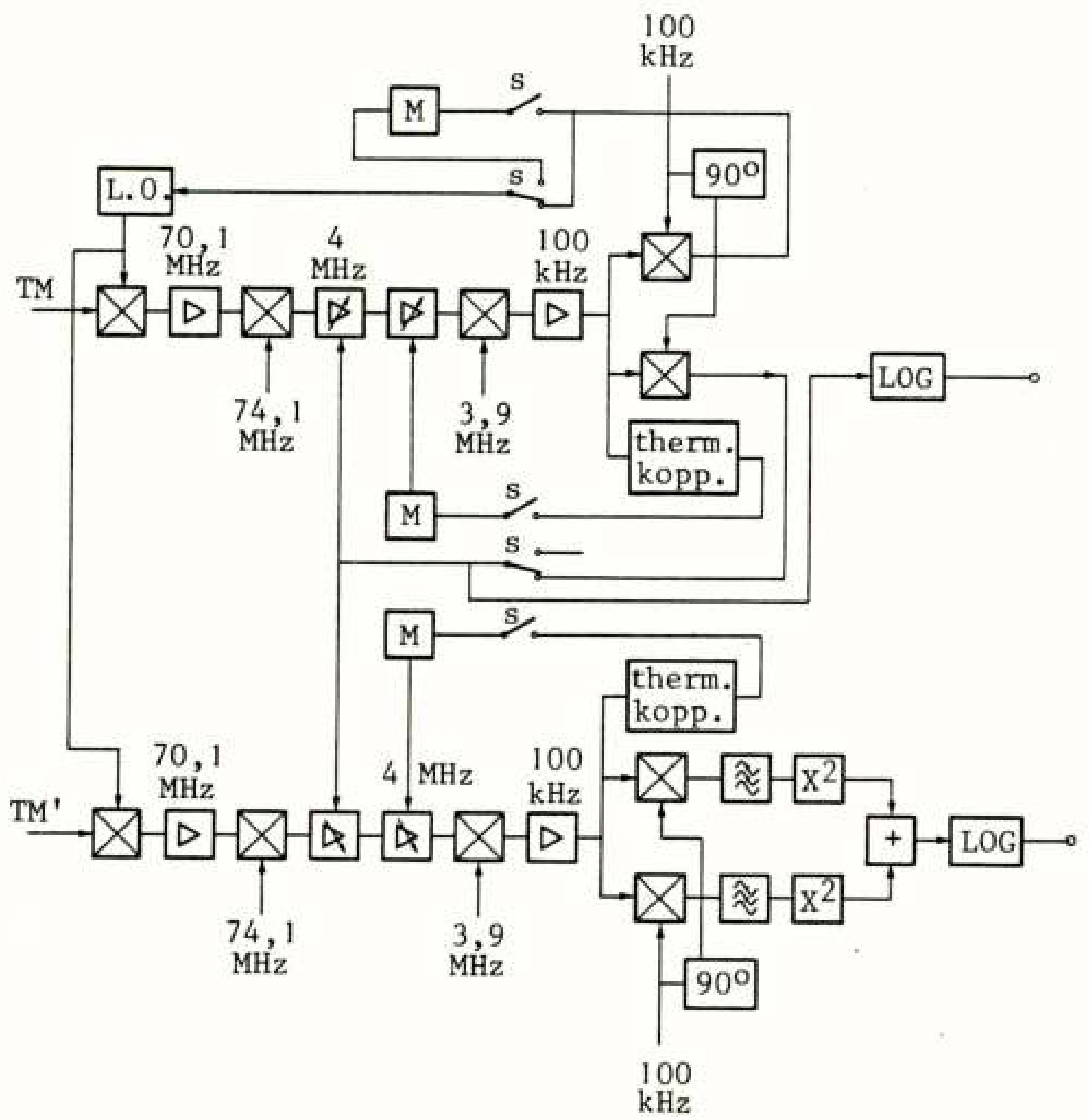
Baken	B4/5	TM/TM'	B_0/B_0'	B_{4D}/B_{5D}'
Polarisatie	circ.	lin.	circ.	circ.
Beschikbaar vermogen (dBm)	19/39	-	-	-
Tussenschakeldemping (dB)	6	2	2,5	2,5
Polarisatie-ontkoppeling (dB)	41	44	36	-
Reflectiedemping (dB)	-	23	29	25
Ruisgetal mengtrap (dB)		7	7	7

Tabel III

Eigenschappen microgolfdeel OTS

b. Ontvanger

Het blokschema van de ontvanger van TM en TM' is in figuur 7 getekend. De rest van de ontvanger bestaat uit een identiek deel voor B_0 en B_0', terwijl voor B_{4D} en B_{5D}' twee maal het bovenste deel van de getekende ontvanger wordt gebruikt.



FIGUUR 7 : OTS ontvanger

De uitgangssignalen van deze ontvanger moeten een maat zijn voor:

1. Het niveau van het hoofdpolarisatiesignaal.
2. Het quotiënt van het niveau van het kruispolarisatiesignaal en dat van het hoofdpolarisatiesignaal (XPD).

Beide signalen moeten logaritmisch worden weergegeven op een dB-schaal. Om dit te bereiken wordt het hoofdpolarisatiesignaal via drie mengtrappen naar 100 kHz getransformeerd. Deze frequentie wordt in een fazevergelijker met het signaal van een 100 kHz oscillator vergeleken. De uitgangsspanning hiervan regelt de frequentie van de lokale oscillator van de tweede mengtrap.

Ditzelfde 100 kHz signaal van de oscillator in de ontvanger wordt 90° in faze verschoven. Met dit signaal wordt het hoofdpolarisatiesignaal synchroon gedecteerd. De uitgangsspanning van deze detector stuurt de logaritmische versterker en wordt gebruikt voor automatische versterkingsregeling.

Het kruispolarisatiesignaal doorloopt een identieke keten, echter met twee verschillen:

1. Het signaal dat de automatische versterkingsregeling stuurt is dezelfde stuurspanning die de versterking van het hoofdpolarisatiekanaal regelt. Dit resulteert in een uitgangsspanning, die het quotiënt is van het hoofd- en kruispolarisatiesignaal.
2. Daar de kruispolarisatiecomponent van het signaal niet in faze behoeft te zijn met de hoofdpolarisatiecomponent, wordt twee maal synchroon gedetecteerd: eenmaal met behulp van het 100 kHz oscillator signaal en één maal met dit signaal 90° in faze verschoven. Dit geeft een component evenredig met $A \sin\varphi$ en één evenredig met $A \cos\varphi$, waarin φ het fazeverschil tussen hoofd- en kruispolarisatiesignaal is en A de amplitude van het kruispolarisatiesignaal. Deze componenten worden gekwadrateerd en opgeteld, zodat de uitgangsspanning evenredig is met A^2. Deze spanning stuurt vervolgens weer een logaritmische versterker.

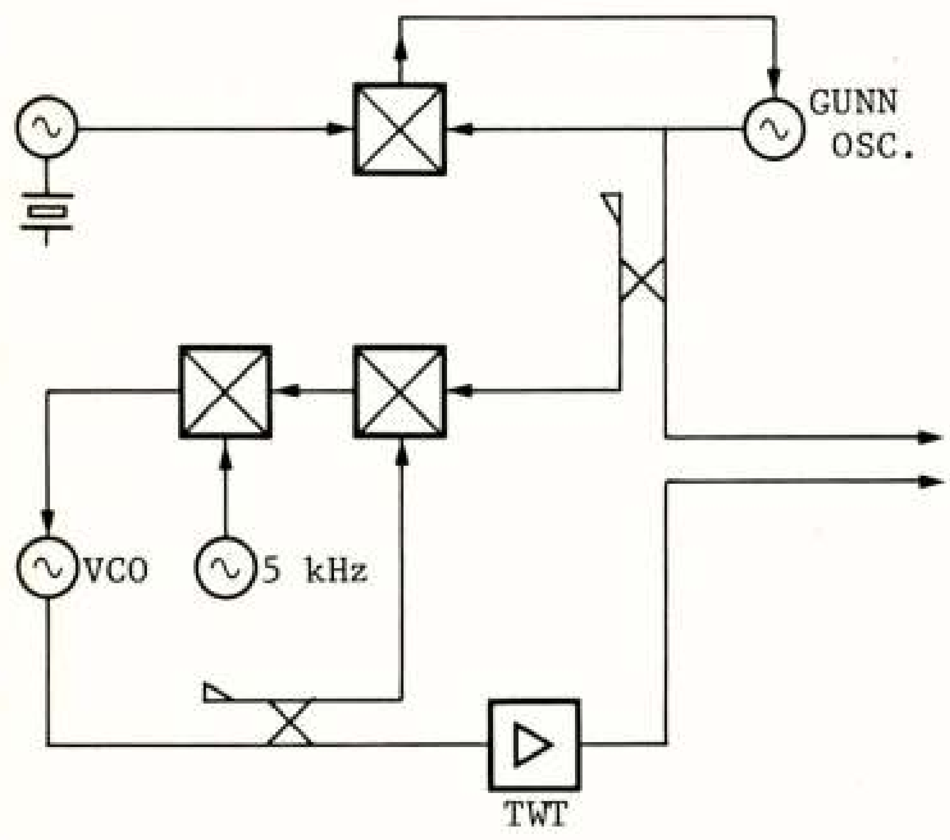
Deze ontvanger kan dempingen tot 20 dB meten en een XPD-niveau van -45 tot -5 dB.

In deze ontvanger worden geen pilootgeneratoren gebruikt om eventuele versterkingsvariaties te elimineren. In plaats hiervan is er een mogelijkheid de gehele ontvanger te calibreren door een bekend ruisvermogen op de ingang van de ontvanger in het golfpijpdeel te zetten. Dit ruisvermogen wordt, na omzetten van schakelaar S, gedetecteerd met een thermokoppel en de uitgangsspanning hiervan wordt vergeleken met een referentiespanning. Indien er verschillen worden gevonden wordt de voorinstellen van de versterking in de 4 MHz MF-versterker gewijzigd.

In de praktijk blijken de ontvangers zeer stabiel te zijn en is één routine-calibratie per dag voldoende.

Tijdens de calibratieprocedure wordt de frequentie van de ontvanger constant gehouden door de lokale oscillator van de 2[e] mengtrap te sturen uit een geheugenschakeling.

c. Zender



FIGUUR 8 : Blokschema OTS zender

De zender (zie figuur 8) voor het hoofdpolarisatiebaken bestaat uit een gunn-oscillator die in frequentie wordt gestabiliseerd door middel van fazevergrendellus. Het afgegeven vermogen is maximaal 80 mW. Een tweede oscillator stuurt op een 5 kHz hogere frequentie een lopende golfbuisversterker. Deze eindtrap levert maximaal 8W.
De uitgangsvermogens van de zenders worden constant gehouden met een vermogensregellus.

5. DATA-OPSLAG

De signalen afkomstig van de propagatie-ontvangers worden eenmaal per seconde bemonsterd. Deze monsters worden op magneetband opgeslagen. Deze banden worden naar het laboratorium in Leidschendam gezonden en daar verwerkt.

Naast de signalen van OTS worden ook signalen van metingen met SIRIO opgeslagen. De beschreven SIRIO-apparatuur wordt op het ogenblik in combinatie met een 1 m antenne gebruikt. Dit geeft de mogelijkheid de demping op de centrale down-link frequentie te meten. Verder worden de metingen ondersteund door 6 regenintensiteitsmeters die op de projectie van het pad naar OTS staan, twee radiometers (11,4 GHz en 17,6 GHz) en een weerradar.

Al deze signalen worden ook op papierrecorders geschreven om snel een visueel overzicht te hebben van de gebeurtenissen op het satellietpad.

Met de beschreven apparatuur is sinds september 1977 een grote hoeveelheid informatie verzameld. Uit deze gegevens zijn propagatie-eigenschappen van de atmosfeer afgeleid voor het weertype dat in Nederland heerst. Deze resultaten zijn gepresenteerd op verschillende internationale conferenties, gewijd aan dit onderwerp.

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

DATAPROCESSING VAN DE PROPAGATIE GEGEVENS VAN DE ORBITAL TEST SATELLIET.

K.G.Holleboom en J.M.H.Wagemans
Technische Hogeschool Eindhoven
Afdeling Elektrotechniek
Vakgroep Telecommunicatie

The Eindhoven University of Technology is involved in propagation measurements at 11 GHz especially with signals transmitted by the satellites OTS-2 and SIRIO. The radio signals and other data, important for propagation of radio waves are processed by a chain of computers.
Two microcomputers and a minicomputer are used for the three functions of the system: data collection, data transmission and data processing.
Some correlations between signals and more detailed plots of events have been made. Especially attention is paid to the processing of data obtained from a rainmeter.

1. INLEIDING

De dempingsverschijnselen van microgolfsignalen, veroorzaakt door hydrometeoren, zijn al jarenlang een studieobject voor instituten die zich bezig houden met het onderzoek naar de mogelijkheden van satellietcommunicatie op frequenties boven 10 GHz. Eén van de groepen in Nederland, die aan dit onderzoek een bijdrage leveren, is de Vakgroep Telecommunicatie van de Afdeling der Elektrotechniek van de Technische Hogeschool Eindhoven. Om de correlatie tussen de weerparameters enerzijds en de demping- en polarisatieveranderingen anderzijds van microgolven op een satellietpad te onderzoeken zijn op de Technische Hogeschool Eindhoven een satelliet grondstation en een weerstation gebouwd.

Het grondstation heeft de mogelijkheid om signalen van geostationaire satellieten te ontvangen; het weerstation meet de belangrijkste weerparameters. Het onderzoek is vooral gericht op de polarisatieveranderingen en dempingsverschijnselen veroorzaakt door de troposfeer. Uit een evaluatie van de meetresultaten zal moeten blijken of het hergebruik (re-use) van frequenties boven 10 GHz mogelijk is.
Onder hergebruik van de frequenties wordt verstaan dat twee elektromagnetische golven met één frequentie een loodrecht op elkaar staande polarisatierichting bezitten en blijven bezitten, zodat geen of nauwelijks overspraak tussen beide kanalen optreedt.



Fig. 1 : Het grondstation voor satelliet signaal ontvangst van de T.H.Eindhoven.

Tabel 1 : weerparameters

Temperatuur	- 26° - + 38°	nauwkeurigheid	: ± 0,25° C
Neerslaghoeveelheid	cumulatief	"	: ± 0,06 mm
Relatieve vochtigheid	0 - 100%	"	: ± 3%
Natte bol temperatuur	- 26° - + 38°	"	: ± 0,25° C
Droge bol temperatuur	- 26° - + 38°	"	: ± 0,25° C
Luchtdruk	922 - 1052 mbar	"	: ± 0,5 mbar
Windsnelheid	0 - 130 km/uur	"	: ± 0,2 km/sec.
Windrichting	0 - 360°	"	: ± 3°

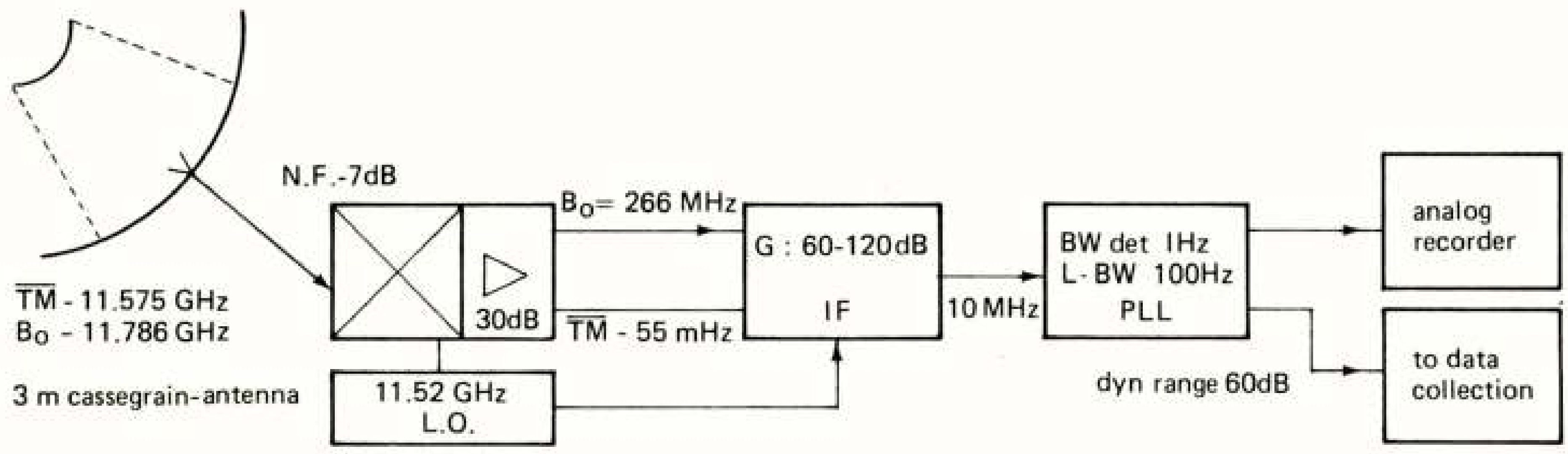


Fig. 2 : Blokdiagram van het ontvang-systeem van OTS en SIRIO satellieten

Vanaf 1973 lopen op de THE al projekten waarbij satellieten betrokken zijn. In 1976 werd besloten om deel te gaan nemen aan de zogeheten OTS en SIRIO satellietexperimenten [7].
Het grondstation is zo ingericht dat het hoofd- en kruispolarisatiesignaal van de OTS-2 en het hoofdpolarisatiesignaal van de satelliet SIRIO ontvangen kunnen worden. Een blokschema van het ontvang-systeem is in Fig. 2 weergegeven.
Ruismetingen op het satellietpad worden gedaan met behulp van radiometers. Er zijn twee radiometers beschikbaar: één 30 GHz radiometer, die ook tijdens de ATS-6 experimenten werd gebruikt [1, 2, 3], en één radiometer op 11 GHz. De laatst genoemde radiometer kan zowel de horizontaal als de vertikaal gepolariseerde ruiscomponenten meten. De weerparameters worden betrokken van een bij het grondstation opgesteld weerstation. De grootheden, die dit station registreert, zijn in Tabel 1 vermeld.

2. ONTWERP VAN DE DATAVERBINDING

2.1 Inleiding

De metingen, verricht in het grond- en weerstation en met de radiometers moeten aan het laboratorium worden doorgegeven. De verdere verwerking vindt in het laboratorium plaats met behulp van een NOVA 3/12 computer.

De koppeling tussen genoemde punten moet voldoen aan een aantal voorwaarden:

1. De mogelijkheid tot het overbrengen van signalen van 32 meetkanalen.
2. De bemonsteringsfrequentie van de meetkanalen moet instelbaar zijn.
3. De computer in het laboratorium moet naast het verzamelen van gegevens ook de gegevens kunnen verwerken.

Om aan deze eisen te kunnen voldoen wordt gekozen voor een systeem bestaande uit 3 hoofddelen:

a. Een microcomputer in het grondstation. Deze computer bemonstert de 32 analoge ingangssignalen volgens een voorgeschreven en instelbaar schema.
De gegevens worden tijdelijk en voorzien van tijdinformatie op een floppy disk opgeslagen. Eens per uur worden alle gegevens van deze floppy disk via een telefoonlijn naar het laboratorium verzonden.

b. Een microcomputer in het laboratorium. Deze processor is een interface tussen de telefoonlijn en de minicomputer. Detectie van storingen op de telefoonlijn, aanpassing van woord en blokformat van de ontvangen gegevens en verzending naar de minicomputer zijn de taken van deze interface.

c. Een minicomputer in het laboratorium. Deze computer slaat de ontvangen gegevens op schijf of tape op. Naast deze taak voor het verzamelen van de gegevens moeten door deze computer ook de gegevensverwerking gedaan en ponsbanden gegenereerd worden voor de programmering van de microcomputers.



Fig. 3 : Het data-acquisitie systeem.
Visuele controle van de meetgegevens is mogelijk op een video display.

2.2 De microcomputer in het grondstation

De 32 analoge ingangskanalen zijn onderverdeeld in 2 groepen van 16. Elke groep bevat een multiplexer, A/D omzetter en een sample and hold schakeling. Toegepast zijn 8 bits A/D omzetters vanwege de aanpassing aan de databus van de microprocessor. Het oplossend vermogen door deze keuze is voldoende voor de geplande experimenten. Fig. 3 geeft een indruk van de microprocessor in het grondstation.
Het bemonsteringspatroon van elk ingangssignaal wordt per minuut herhaald. De minuut is onderverdeeld in halve seconde intervallen. Een tabel in het geheugen van de microcomputer geeft voor elke halve seconde interval aan hoeveel en welke kanalen in die halve seconde bemonsterd moeten worden. De programmering is zo uitgevoerd dat de samples van elk meetkanaal equidistant zijn. Een interruptpuls met een herhalingsfrequentie van 2 Hz en afgeleid van een 'real time clock' start de meetcyclus. In Fig. 4 is een gedeelte van een bemonsteringsperiode schematisch weergegeven.
De meetwaarden, voorzien van "header" informatie, worden op een floppy-disk geschreven. De header bevat een synchronisatiecode, datum en tijd, antennestand, bemonsteringsschema-nummer en distrometer gegevens. Ook het niet in bedrijf zijn van meetkanalen wordt in de header meegegeven. Dit is gedaan om te voorkomen dat de meetgegevens tijdens reparatie- en calibratiewerkzaamheden als 'echte' meetwaarden worden geinterpreteerd. De verzamelde meetgegevens op de floppy-disk worden eens per uur via een modemlijn naar het laboratorium verzonden. Tijdens dit datatransport gaan de metingen gewoon door en worden op een tweede floppy disk opgeslagen.
De microcomputer is opgebouwd rond een M6800 microprocessor. De keuze van de M6800 als chip werd voornamelijk bepaald door de al aanwezige kennis en ervaring met deze microprocessor in de vakgroep [5,6]. Fig. 5 geeft een schematisch overzicht van de hardware samenstelling van de microcomputer in het grondstation. Het geheugen met 16 k RAM kan opgesplitst worden in: 8 k RAM voor tabellen, 3 k voor het programma, 1 k voor het bemonsteringsschema en 1 k voor FDOS (Floppy Disk Operating System). Het overblijvende deel wordt gebruikt voor tijdelijke opslag van meetwaarden en variabelen.
Het floppy disk systeem bestaat uit twee units met een buffercapaciteit van 259 k byte elk.
De 'real time' (in GMT) en de interruptpuls komen van een met TTL uitgevoerde klok.

2.3 De microcomputer in het laboratorium

Aan de telefoonlijn in het laboratorium is via een modem een tweede microcomputer gekoppeld. Deze microcomputer ontvangt de door floppy disk verzonden gegevens en zendt deze weer door naar de minicomputer.

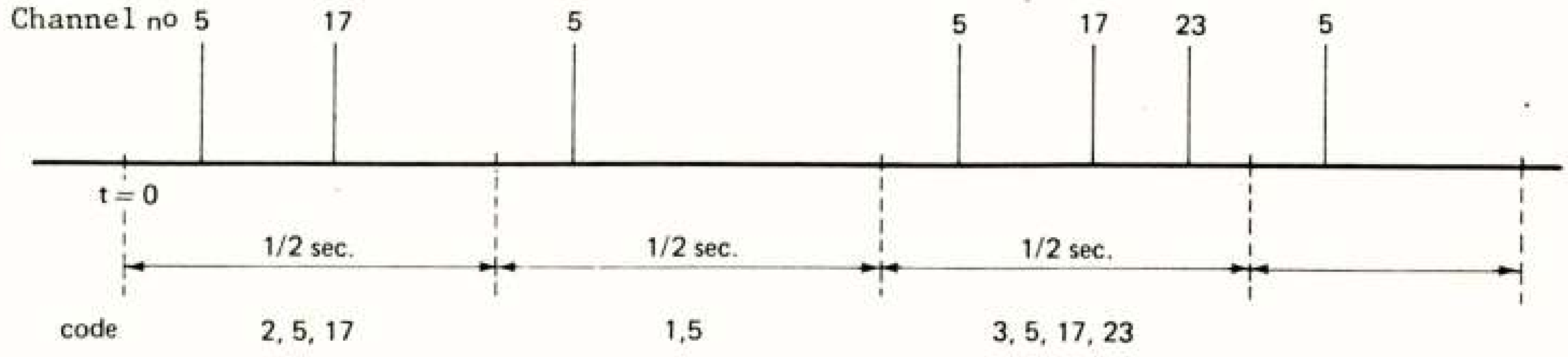


Fig. 4 : Een gedeelte van een bemonsteringsschema.

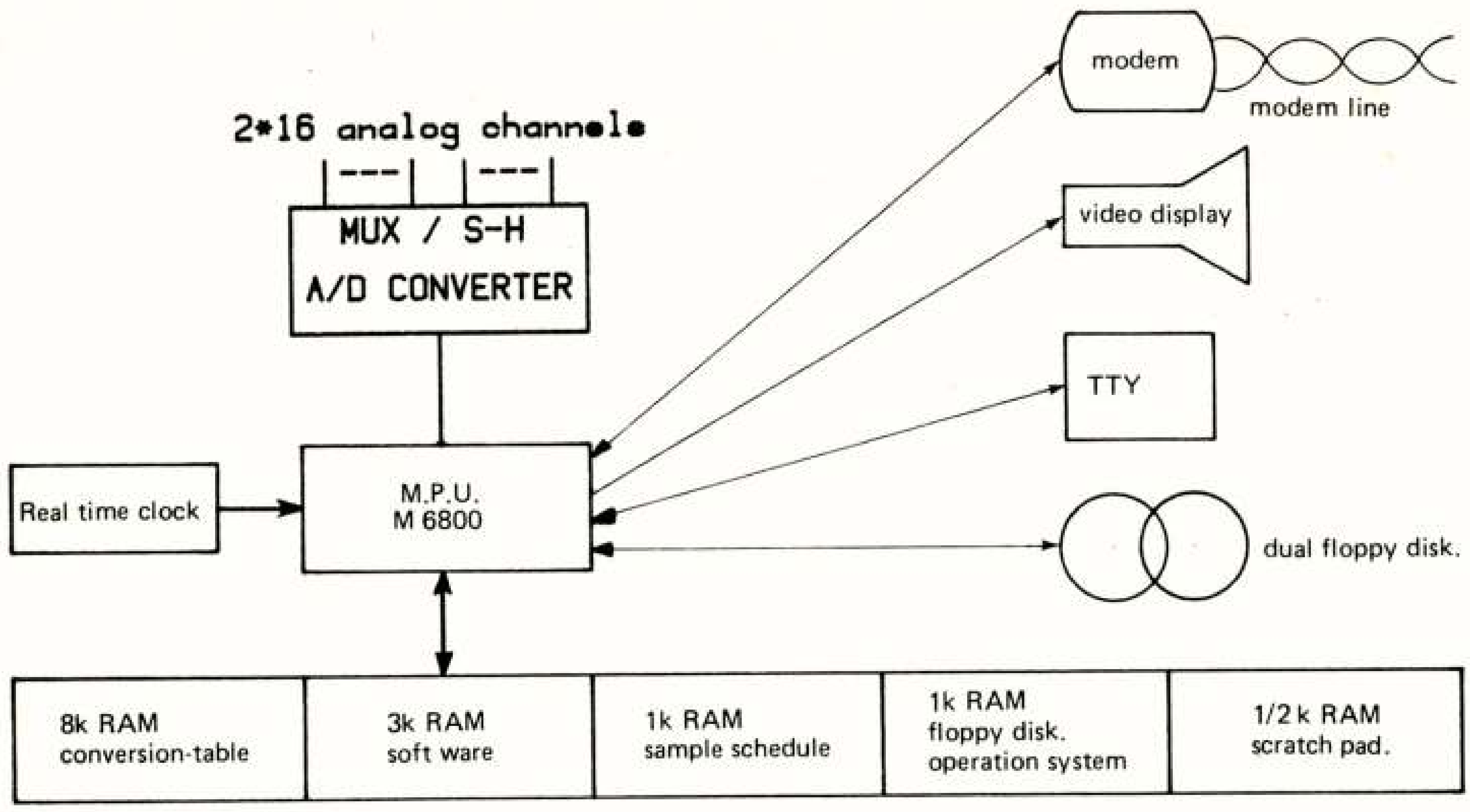


Fig. 5 : De microcomputer.

De dataverzending over de telefoonlijn geschiedt in blokken van 128 bytes. Bij constatering van een onjuist aantal of een parityfout wordt een heel blok heruitgezonden. Van de ontvangen 8 bits woorden worden 16 bits woorden gemaakt en deze worden in blokken van 256 aan de minicomputer aangeboden. De communicatie met de minicomputer gebeurt op basis van interrupt en handshaking. De status van het registratiesysteem in het laboratorium wordt met drie gekleurde lampen gesignaleerd met name:

1. (groen). Geen data ontvangst via de telefoonlijn. De Novacomputer is beschikbaar voor programmaontwikkeling.
2. (oranje). De floppy disk in het grondstation is bijna vol: de minicomputer moet vrij gemaakt worden voor dataontvangst.
3. (rood). Data-overdracht tussen grondstation en laboratorium.

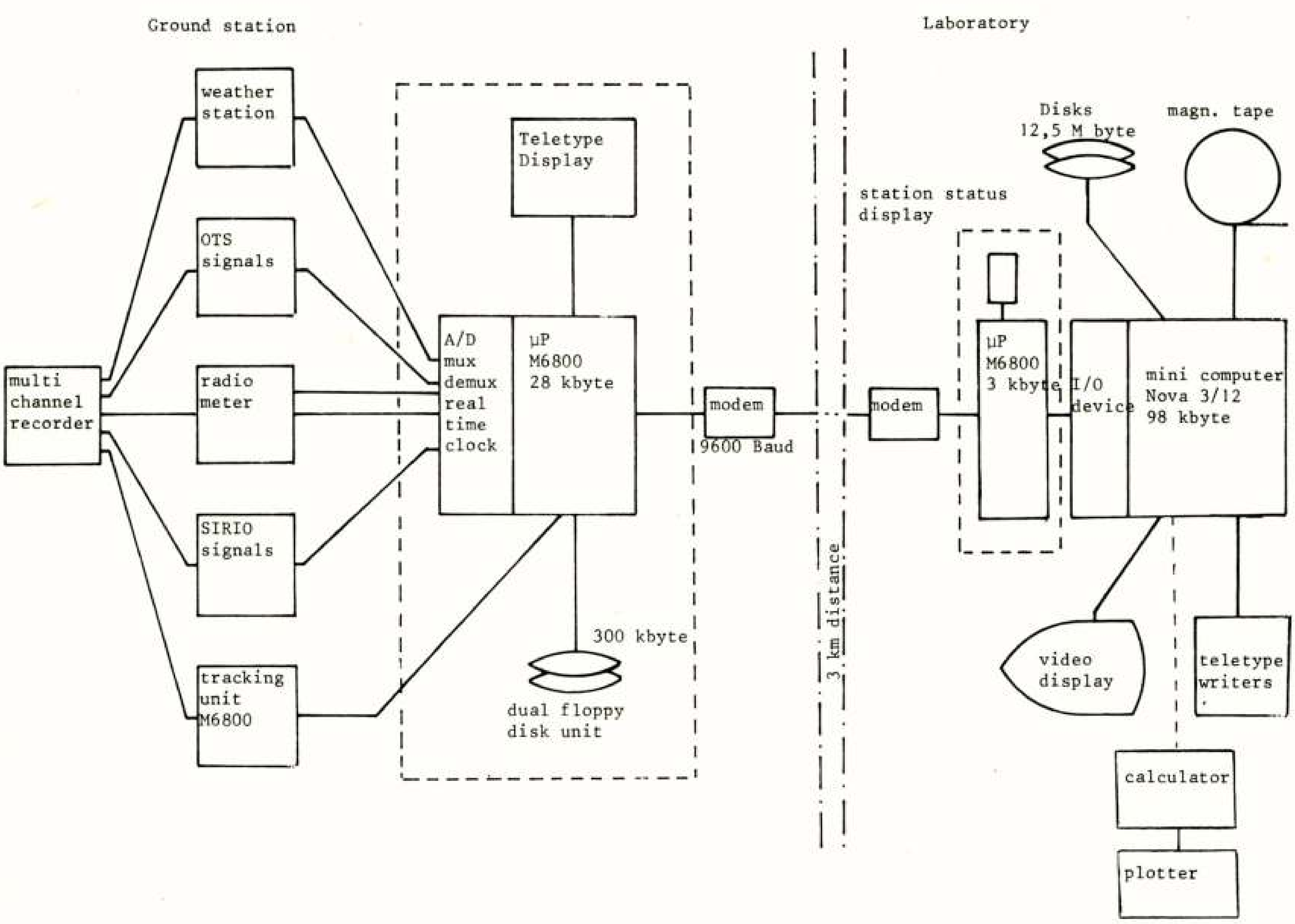


Fig. 6 : Het totale blokschema van de dataregistratie.

De hardware samenstelling van de microcomputer in het laboratorium bestaat uit:

- microprocessor M6800,
- 2 k byte RAM,
- 1 k byte ROM,
- Seriële in- en uitgangen.
- parallel in- en uitgang.

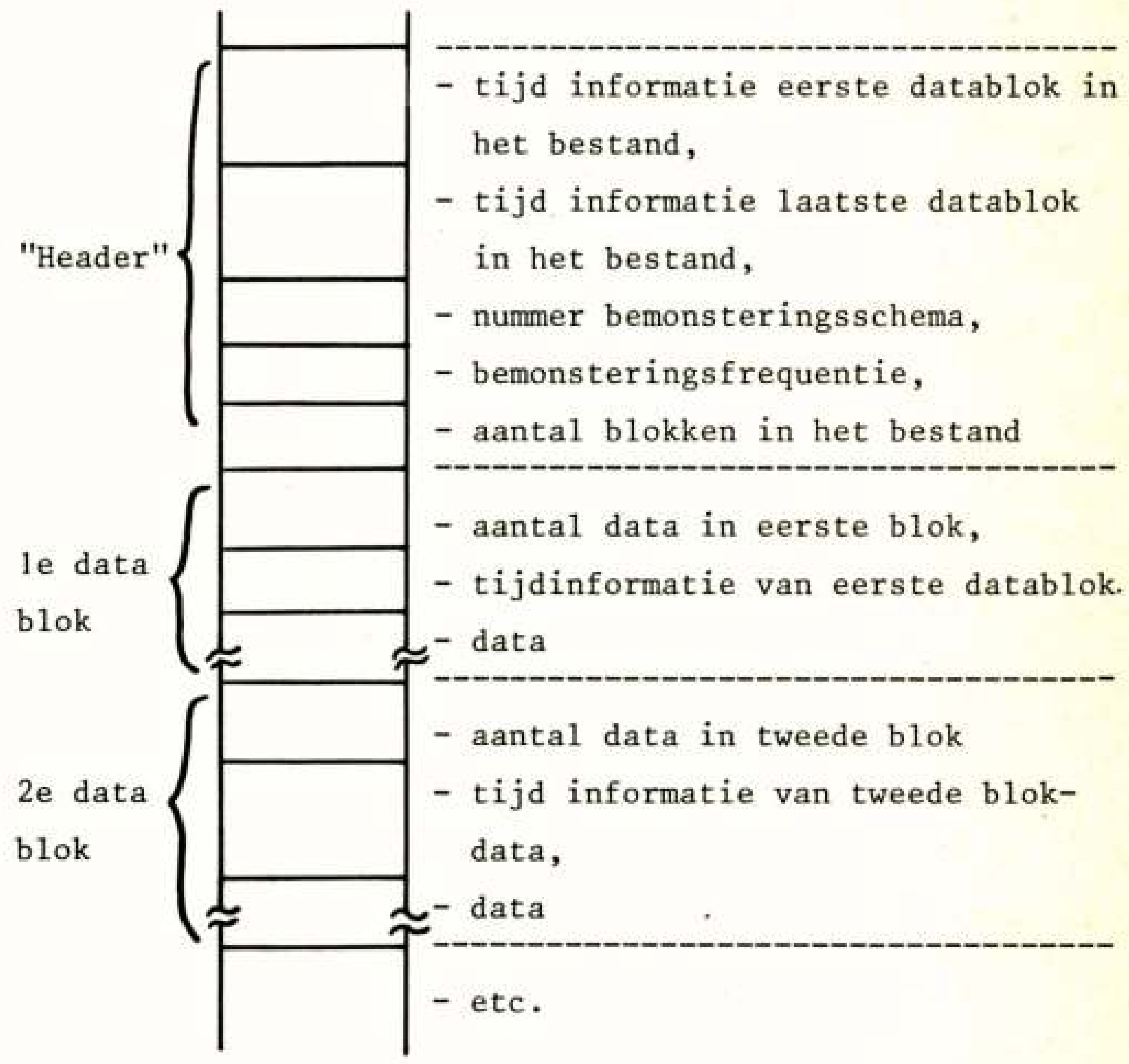
2.4 De minicomputer in het laboratorium

De overgezonden data wordt uiteindelijk op magnetische tape bewaard. Van microcomputer 2 wordt via "handshaking and interrupt" de data naar de Nova-minicomputer getransporteerd en op schijf gezet. De ontvangen meetgegevens worden op schijf tijdelijk opgeslagen.Elke dag wordt data van de schijf op een magneetband overgeschreven. Ca. 10% van de computertijd wordt gebruikt voor het binnenhalen van de data. Voor de overige tijd verricht de minicomputer in dit project o.a.

- sorteerprogramma's,
- administratie van de opgeslagen data.

Daarnaast bedient het nog andere projecten van de vakgroep. Het blokschema van het gehele systeem is gegeven in Fig. 6.

Tabel 2 : Dataformat van gesorteerde files in de Nova computer.



3. GEGEVENSVERWERKING MET DE NOVA 3/12 MINICOMPUTER

De gegevensverwerking begint met het sorteren naar meetgrootheid van de binnengekomen data. Het hiervoor benodigde sorteerprogramma is geschreven in algol en verzamelt de meetwaarden in files met een speciaal format (Zie tabel 2). De gegevens worden in records van een half uur meettijd opgeslagen en aan het begin van de file bevindt zich een header waarin een overzicht van de in de file aanwezige gegevens is opgenomen.

3.1 De mogelijkheden van het systeem

Op dit moment heeft het systeem de volgende mogelijkheden:

- Het plotten van meetdata waarvoor geen extra bewerkingen noodzakelijk zijn zoals: binnentemperatuur van de ontvangerruimte, buitentemperatuur van het grondstation, amplitude demping van de satellietbakens (Fig. 7), frequentieverschuivingen van de OTS bakensignalen.
- Het plotten van meetdata, waarbij slechts weinig extra berekeningen noodzakelijk zijn b.v.
  - o ruistemperatuur van het satellietpad op 11 GHz in het horizontale polarisatievlak (Fig. 8),
  - o ruistemperatuur van het satellietpad op 11 GHz in het vertikale polarisatievlak.
- Het plotten van cumulatieve verdelingen van dempingen van satellietbakensignalen, de regenintensiteit en de radiometer signalen.
- Het plotten van de regenintensiteit.

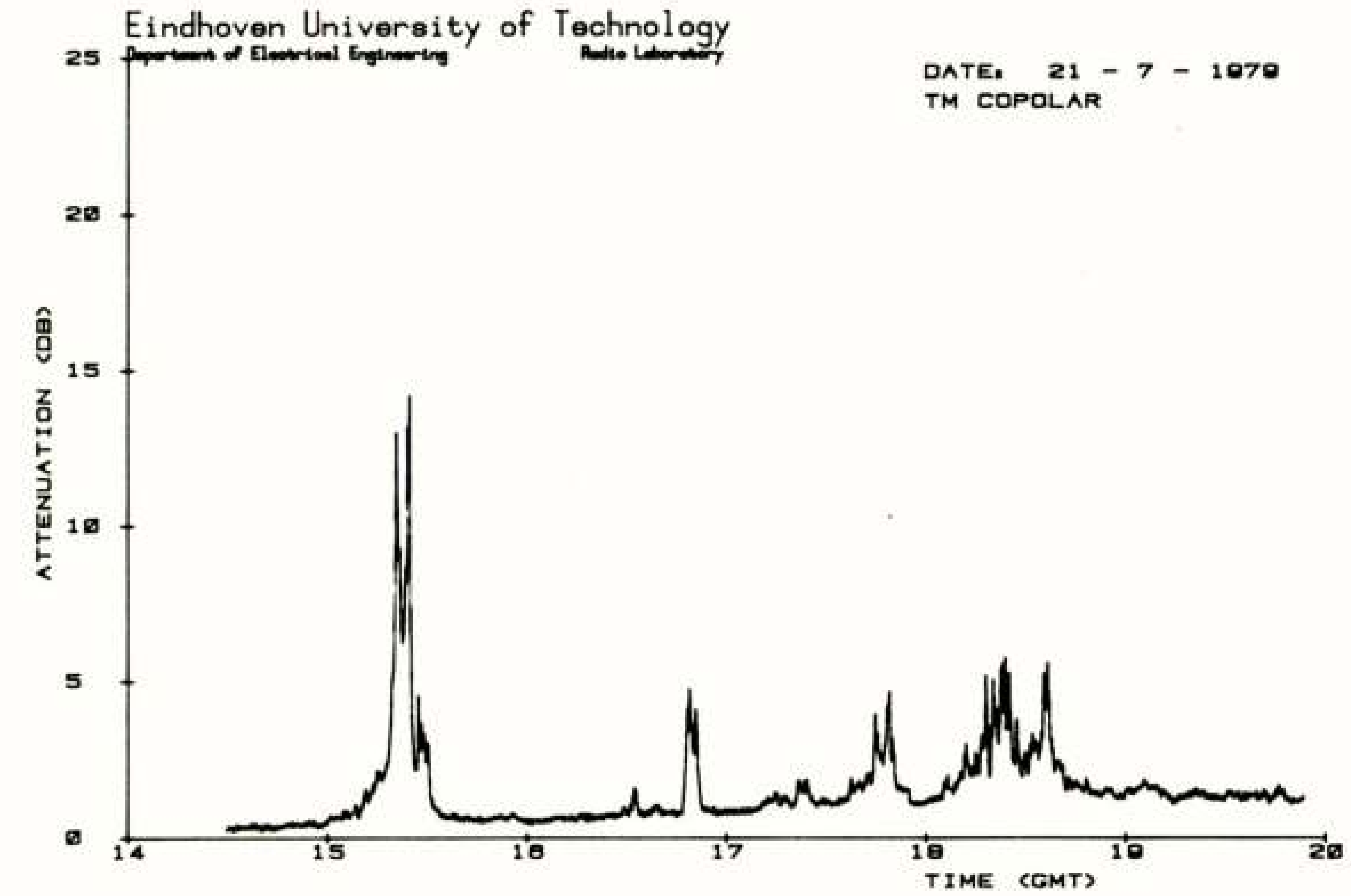


Fig. 7 : Demping van het copolar signaal OTS versus tijd

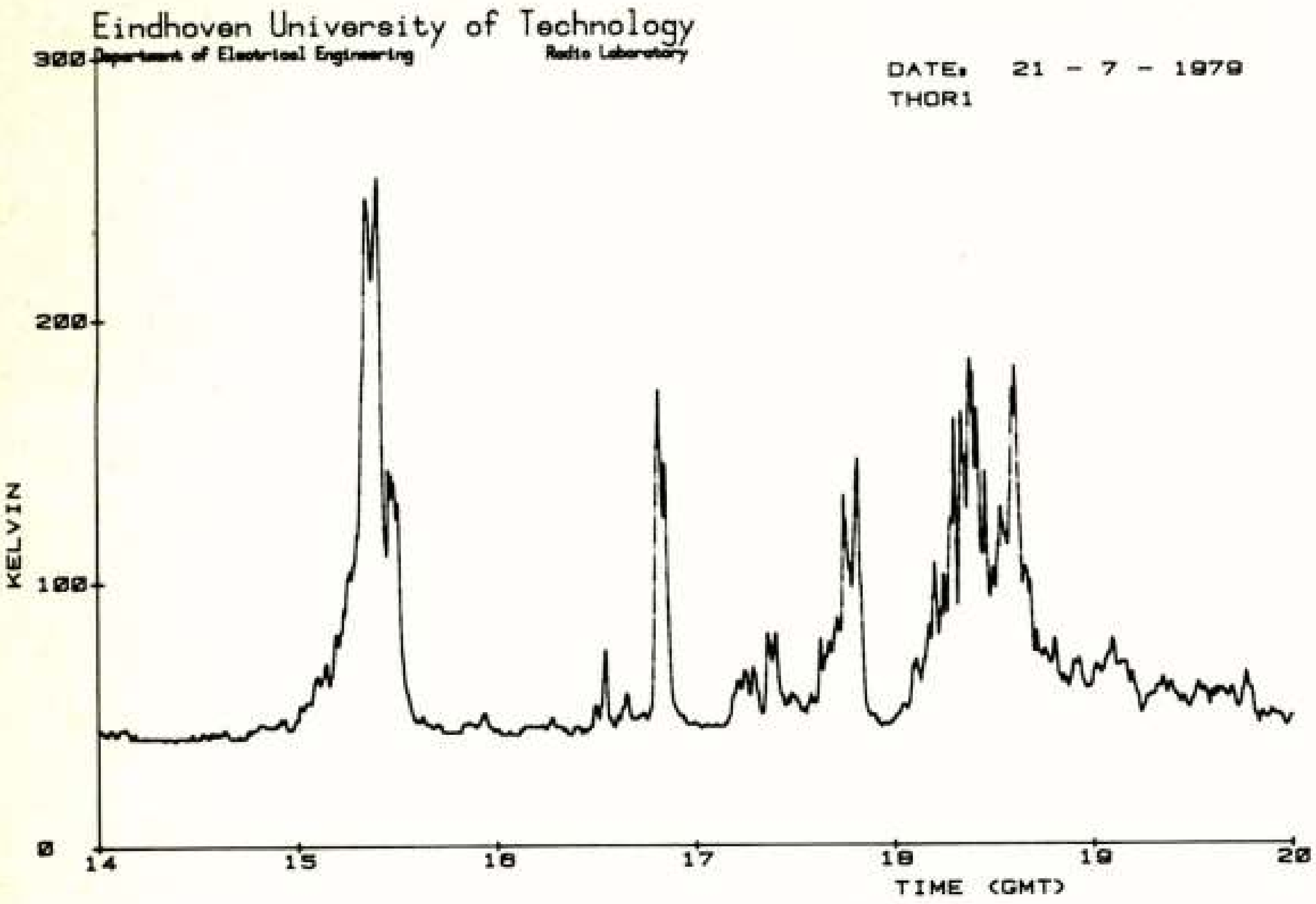


Fig. 8 : De gemeten ruistemperatuur van de 11 GHz radiometer.

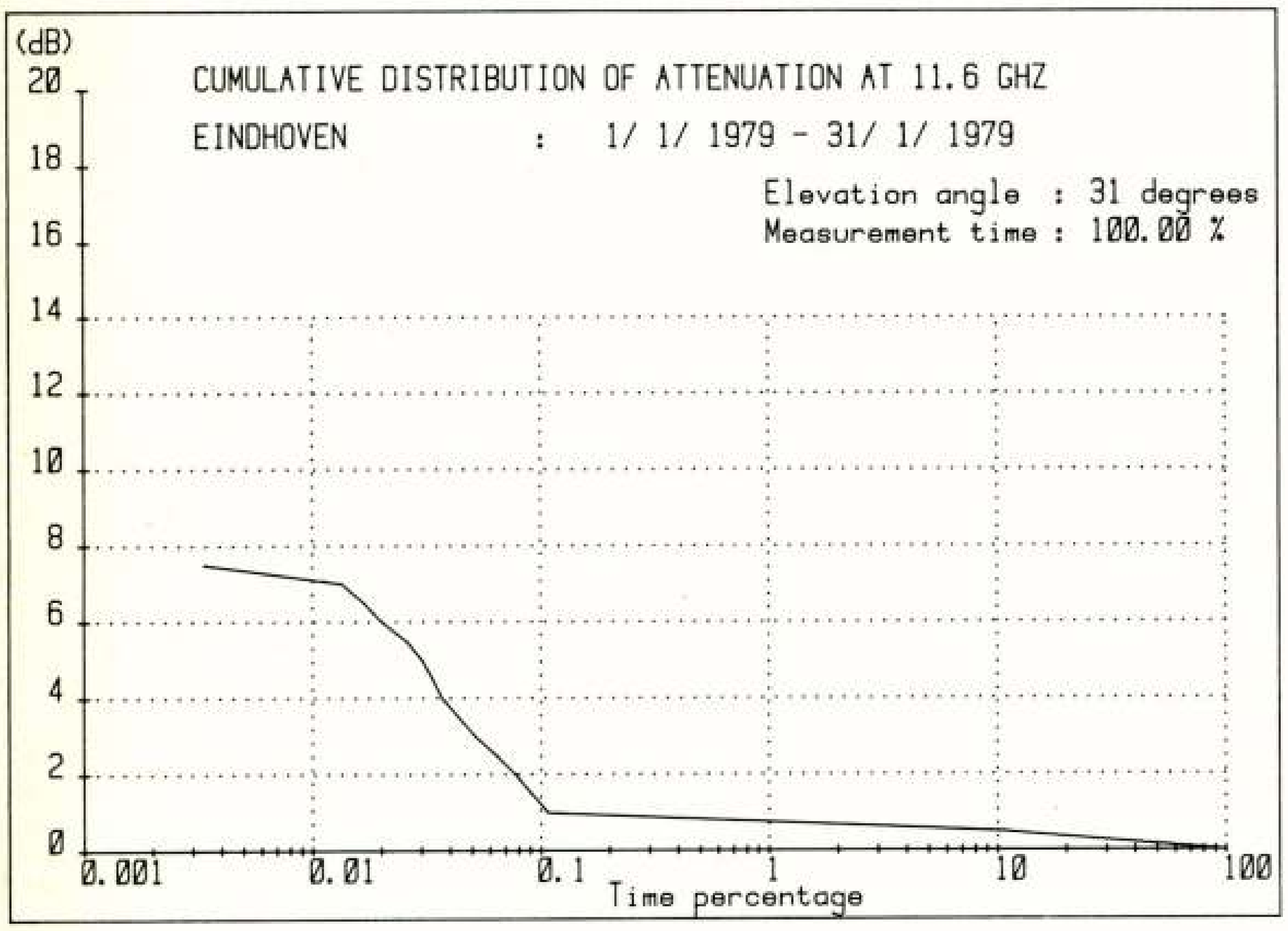


Fig. 9 : Cumulatieve verdeling van de demping op de 11 GHz.

3.2 Het bepalen van de regenintensiteit

De regendruppels worden opgevangen in een trechter en via een buisje naar een tank geleid. Het waterniveau in de tank is een maat voor de regenval en dit niveau wordt met een vlotter gemeten. De vlotter is mechanisch verbonden aan een potentiometer. Indien het waterniveau in de tank boven een bepaalde waarde wil stijgen zuigt een hevel de tank leeg. Dit type regenmeter is bekend onder de naam Pluviometer en in Fig. 10 is hiervan een doorsnede weergegeven.
De stijgsnelheid van de vlotter is evenredig met de regenintensiteit. Deze intensiteit kan worden berekend door het waterniveau of de daarvan afgeleide spanning naar de tijd te differentiëren. Tengevolge van ruisspanningen op de meetpunten zal, alvorens differentiatie plaats kan vinden, een middelingsprocedure op de metingen moeten worden uitgevoerd. De ruisspanningen worden veroorzaakt door quantisering van de A/D converter en de meetpotentiometer.

Een overzicht van de voor verdere analyse belangrijkste spectra is in Fig. 11 weergegeven. Fig. 11a toont enkele frequentiecomponenten van een convergent frequentiespectrum zoals dit uit de regenmeter te verwachten is. In Fig. 11b zijn enkele frequentiecomponenten van de ruisspanning weergegeven. Fig. 11c geeft het frequentiespectrum van het meetsignaal zoals dat voor de verwerking beschikbaar is. Voor het nauwkeurig bepalen van de afsnijfrequentie van een (software) laagdoorlaatfilter is het wenselijk dat de samplefrequentie voor het signaal enkele malen hoger gekozen wordt dan de hoogste te verwachten frequentie in het te meten signaal. Het omzetten van het meetsignaal naar het frequentiedomein gebeurt met een Fast Fourier Transformatie. Voordat deze transformatie kan worden toegepast moet het signaal periodiek worden gemaakt; dit kan op diverse manieren worden gedaan:

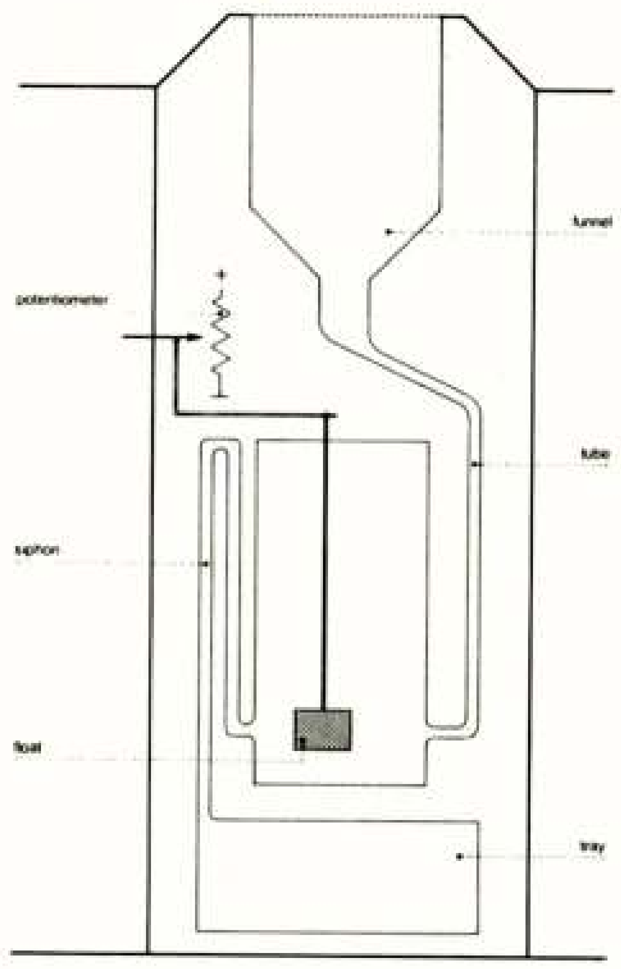


Fig. 10 : Doorsnede van de regenmeter

1. Periodieke voortzetting

$$f(t + k) = f(t)$$

en

$$f(k) = \tfrac{1}{2}\{f(0) + f(1)\} \qquad (1)$$

$$k = 0, 1, 2, \ldots \qquad 0 < t < 1$$

2. Gebruik maken van symmetrie: even voortzetting

$$f(-t) = f(t) \qquad 0 < t < 1$$

$$f(t + 2k) = f(t) \qquad k = 0, 1, 2, \ldots \qquad (2)$$

De afgeleide in $t = k$ is 0.

3. Gebruik maken van symmetrie: oneven voortzetting
Ook wordt de trend uit het signaal verwijderd.

$$g(t) = f(t) - f(0) - t\{f(1) - f(0)\}$$

$$g(t) = -g(-t) \qquad 0 < t < 1 \qquad (3)$$

$$g(t) = g(t + 2k) \qquad k = 0, 1, 2, \ldots$$

4. Periodieke voortzetting na het verwijderen van de trend

$$g(t) = f(t) - f(0) - t\{f(1) - f(0)\}$$

$$g(t + k) = g(t) \qquad k = 0, 1, 2, \ldots \qquad (4)$$

$$g(0) = g(1) = 0$$

De keuze van de methode hangt af van de uit te voeren operaties. Voor het bepalen van de regenintensiteit heeft methode 4 de voorkeur. Deze methode is het minst gevoelig bij de begin- en eindpunten van een datablok en levert ook niet noodzakelijk 0 als

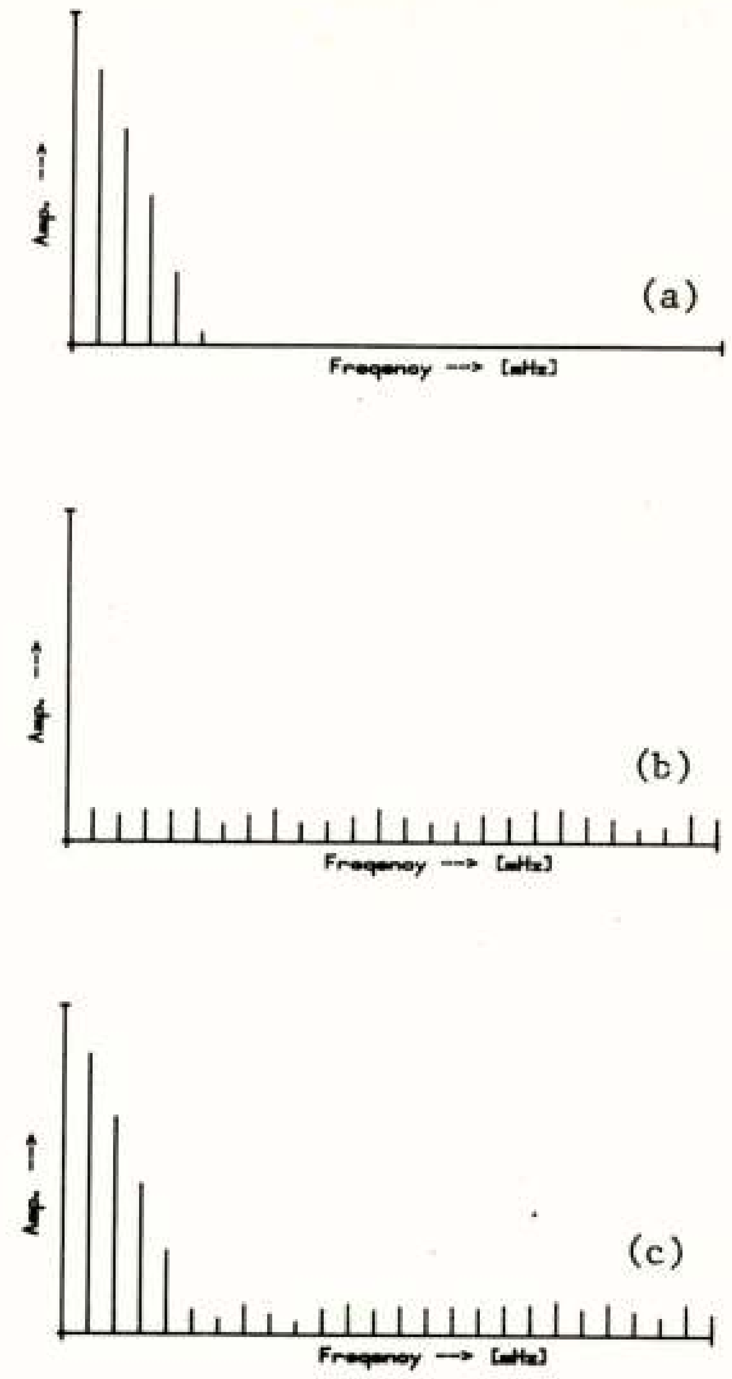


Fig. 11 : Amplitudespectrum van een signaal (a), ruisbijdrage (b) en beide signalen bij elkaar opgeteld (c).

afgeleide op in de punten $t = k$.
Na synthese wordt een afsnijfrequentie van een laagdoorlaatfilter berekend om de hogere frequentiecomponenten uit het spectrum, die weinig of geen informatie bevatten betreffende de fysische meetgrootheid, te verwijderen.
Het gemiddeld vermogen per spectraallijn kan geschreven worden als:

$$E[n] = \frac{A}{N - n+1} \{|C_n|^2 + |C_{n+1}|^2 + \ldots |C_N|^2 \qquad (5)$$

$$0 < n < N$$

C_k = Fourier coëfficiënten van de getransformeerde functie
A = constante
N = totaal aantal Fourier-coëfficiënten.

Deze berekening start met $n = N$ en wordt afgebroken indien

$$\left|\frac{dE}{dn}\right| < \varepsilon \cdot E_t \qquad (6)$$

ε = zelf te kiezen kleine waarde
E_t = totaal vermogen van het signaal.

Het gemiddelde energie niveau van de hoogste spectraallijnen is nu bepaald en wordt als ruisniveau aangenomen.
Een procedure vergelijkt vanaf de laagste frequentie de componenten van het spectrum met het berekende ruisniveau. De afsnijfrequentie wordt daar gelegd waar de spectraallijnen gelijk of lager dan het

ruisniveau worden (Fig. 12). Voor spectra waarin enkele frequentiecomponenten ontbreken is een beveiliging ingebouwd.

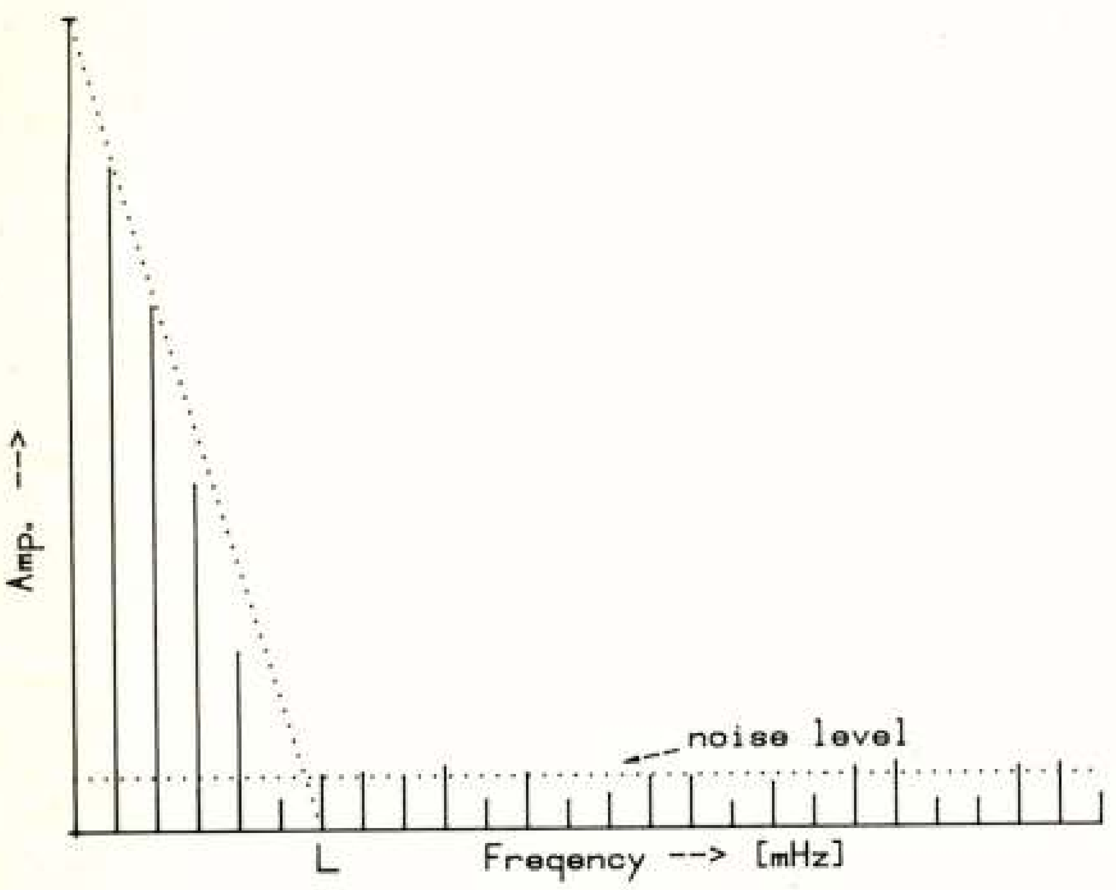


Fig. 12 : Het bepalen van de afsnijfrequentie L.

De kruiscorrelatie tussen het signaal + ruis (s_t) en het ruisdeel (n_t) van het signaal geeft een indruk van het verlies aan informatie bij deze methode van filtering.

$$s(t) = F^{-1}(C_0, C_1, C_2, \ldots C_N) \qquad (7)$$

$$n(t) = F^{-1}(0, 0, 0, \ldots C_L, C_{L+1}, \ldots C_N) . \qquad (8)$$

De kruiscorrelatie $r_{sn}(\tau)$ tussen beide signalen kan worden beschreven met

$$r_{sn}(\tau) = s(-t) * n(t) \qquad (9)$$

$$R_{sn} = S^*(f) . N(f) = N^*(f) . N(f) . \qquad (10)$$

De som $\sum_\tau r_{sn}(\tau)$ is een maat voor de correlatie tussen s(t) en n(t)

$$\sum_\tau r_{sn}(\tau) \sim \sum_f R_{sn}(f) = \sum_L^N C_i^2 . \qquad (11)$$

Het differentiequotient van de kruiscorrelatie kan worden uitgeschreven als

$$\frac{\Delta \sum_L^N C_i^2}{\Delta L} = \frac{\sum_{L+1}^N C_i^2 - \sum_L^N C_i^2}{1} = -C_L^2 . \qquad (12)$$

De keuze om de amplitude van C_i te gebruiken als criterium voor het bepalen van de afsnijfrequentie L betekent dat de afsnijfrequentie daar wordt bepaald waar het differentiequotient van de kruiscorrelatie praktisch een constante waarde bereikt.
In Fig. 13 is een flow chart van het computerprogramma gegeven. In Fig. 14 is links onder het te bewerken signaal afgebeeld. Het spectrum van dit ingangssignaal, met de door de computer uitgerekende afsnijfrequentie, is in Fig. 14 boven weergegeven. Na filtering en differentiatie blijft het signaal rechts onder over.

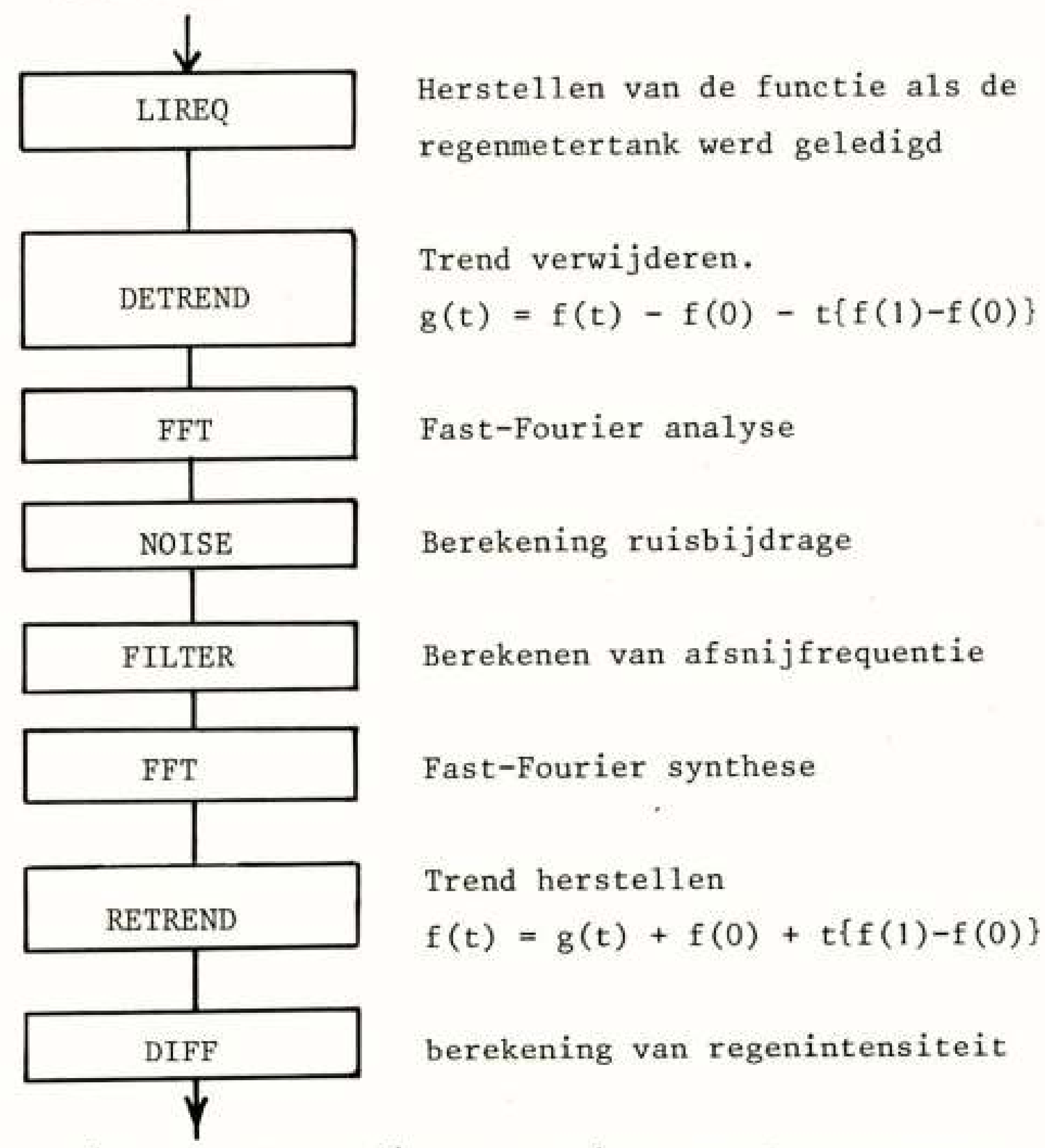


Fig. 13 : Stroomdiagram van het computerprogramma

5. VOORSTELLEN VOOR VERDERE WERKZAAMHEDEN

Een verdere automatisering en uitbreiding van de gegevensverwerking kan worden bereikt door:

- Het vervangen van de off-line plotter door een on-line eenheid.
- Koppeling van de Nova minicomputer met het Burroughs 6700 systeem van het rekencentrum van de T.H.E. Naast de toegang tot een uitgebreide procedure bibliotheek geeft deze koppeling ook veel meer mogelijkheden bij de verwerking van grote datafiles en meervoudige correlaties.
- Het installeren van een grafisch kleuren display, waardoor snel een overzicht van de meetgegevens en mogelijke onderlinge verbanden hiertussen zichtbaar gemaakt kunnen worden.
- Het ontwikkelen van software voor het detecteren van events. Veel aandacht zal aan de weegfactoren voor de diverse meetkanalen moeten worden besteed.

6. CONCLUSIES

Het data verzamel- en verwerkingssysteem werkt na wat aanloopproblemen tot tevredenheid. Naast de tijd, die de minicomputer nodig heeft voor het verzamelen en verwerken van de gegevens, blijft er voldoende tijd over voor het ontwikkelen van programmatuur.
Procedures als Fast Fourier transformaties en automatische filtering zijn aan het dataverwerkingssysteem toegevoegd. Bij gebruik van deze procedures kon de signaal-ruisver-

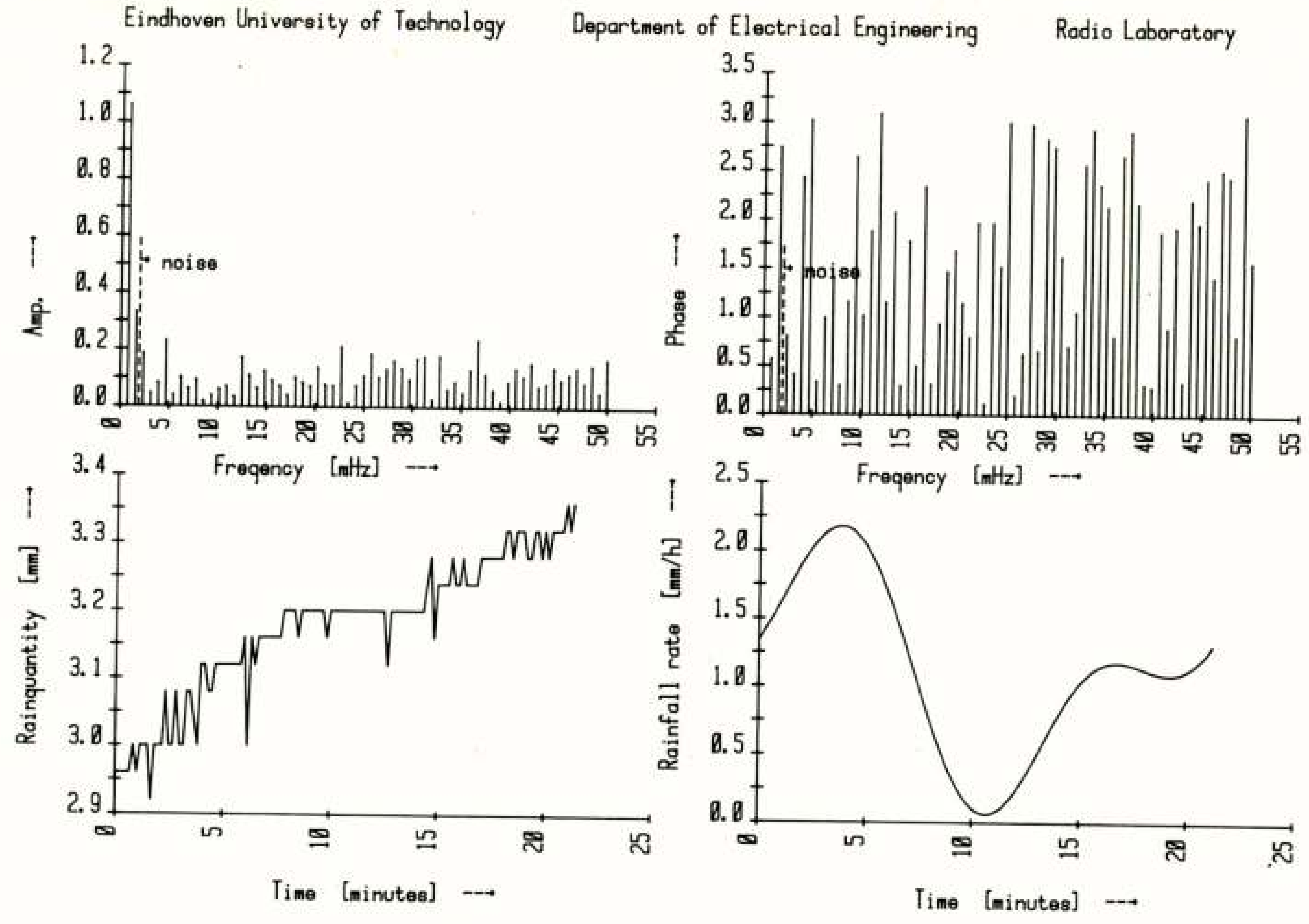


Fig. 14 : Signaalverwerking van de regenmeter

houding van enkele meetkanalen aanzienlijk worden verbeterd.
Op langere termijn kan dit leiden tot een gefundeerde optimalisatie van de bemonsteringsfrequenties van de meetkanalen.

REFERENTIES

1. J. Dijk, J.P. van der Fluit, E.J. Maanders, P.J. Roelandschap, P.J. de Winter en F. Zelders: "ATS-6 experiments at Eindhoven University", Proceedings of Meeting: "ATS-6 propagation experiments in Europe", pp. 37-54, September 1977.

2. J. Dijk, E.J. Maanders en P. de Winter: "Scintillation effects receiving ATS-6 at 30 GHZ", Paper presented at URSI Symposium Propagation in non-ionized media, La Baule, France, April 28 - May 6, 1977.

3. J. Dijk, E.J. Maanders en M.J.M. Vogels: "An antenna mount for tracking geostationary satellites", TH Report 77-E-74, 41 pages, Eindhoven University of Technology, May 1977.

4. C.L. Ruthroff en W.F. Bodtmann: "Computing Deratives from Equally Spaced Data", Journal of Applied Meteorology, Volume 15, pages 1152 - 1159.

5. K.G. Holleboom: "Een dataregistratie eenheid bestuurd door de microprocessor M6800 t.b.v. het NUFFIC-project THE/2 Surabaya, Indonesia." Deel I : hardware beschrijving, Deel II: software beschrijving. Intern rapport T.H. Eindhoven, maart 1977.

6. K.G. Holleboom: "Dataverwerkingssysteem voor propagatie-experimenten met OTS en SIRIO satellieten." Programmatuurbeschrijving. Intern rapport T.H. Eindhoven, februari 1979.

7. E.J. Maanders: "Propagatie experimenten met geostationaire satellieten bij frequenties boven 10 GHz", In dit nummer van het NERG-Tijdschrift.

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

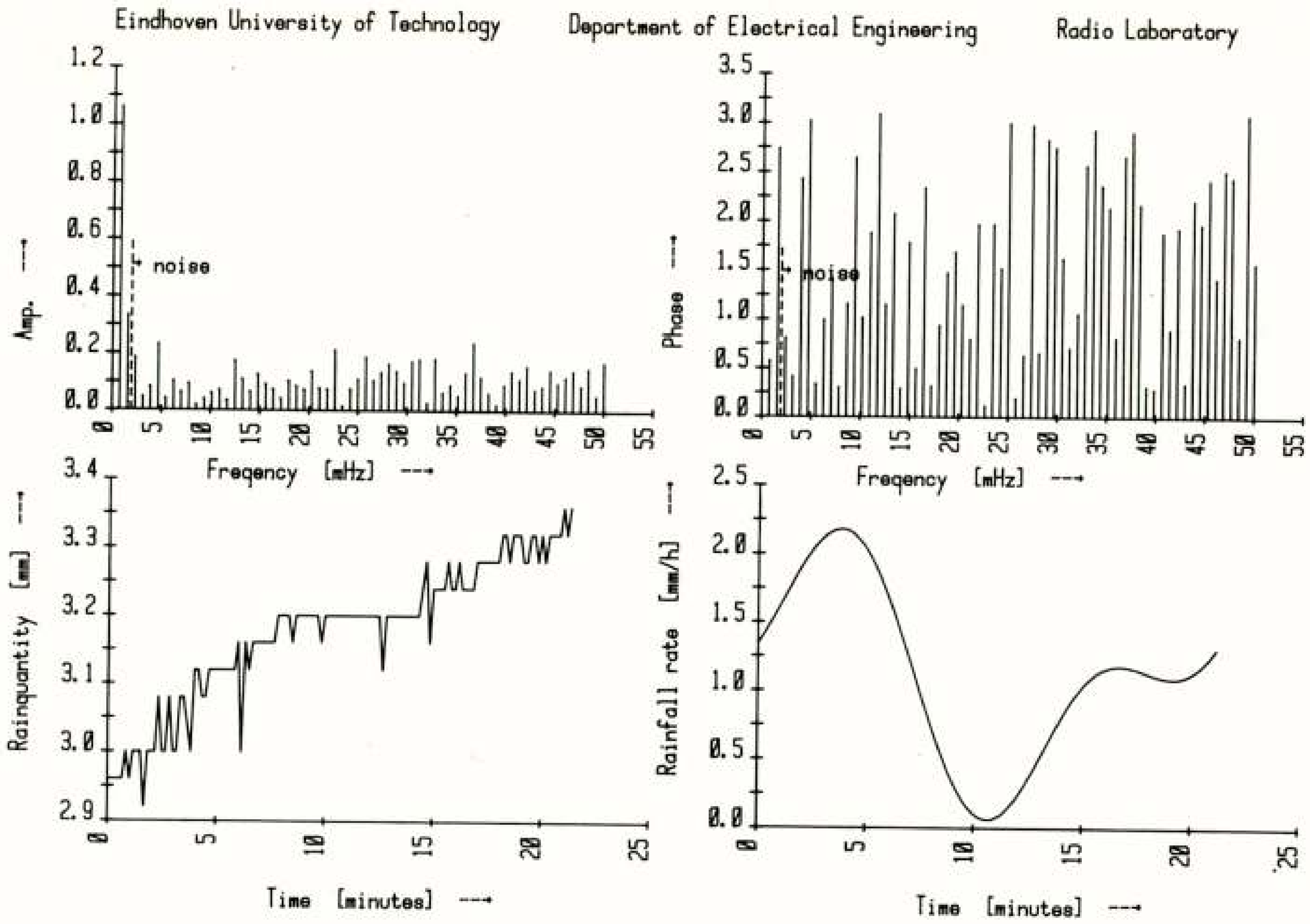


Fig. 14 : Signaalverwerking van de regenmeter

houding van enkele meetkanalen aanzienlijk worden verbeterd.

Op langere termijn kan dit leiden tot een gefundeerde optimalisatie van de bemonsteringsfrequenties van de meetkanalen.

REFERENTIES

1. J. Dijk, J.P. van der Fluit, E.J. Maanders, P.J. Roelandschap, P.J. de Winter en F. Zelders: "ATS-6 experiments at Eindhoven University", Proceedings of Meeting: "ATS-6 propagation experiments in Europe", pp. 37-54, September 1977.

2. J. Dijk, E.J. Maanders en P. de Winter: "Scintillation effects receiving ATS-6 at 30 GHZ", Paper presented at URSI Symposium Propagation in non-ionized media, La Baule, France, April 28 - May 6, 1977.

3. J. Dijk, E.J. Maanders en M.J.M. Vogels: "An antenna mount for tracking geostationary satellites", TH Report 77-E-74, 41 pages, Eindhoven University of Technology, May 1977.

4. C.L. Ruthroff en W.F. Bodtmann: "Computing Deratives from Equally Spaced Data", Journal of Applied Meteorology, Volume 15, pages 1152 - 1159.

5. K.G. Holleboom: "Een dataregistratie eenheid bestuurd door de microprocessor M6800 t.b.v. het NUFFIC-project THE/2 Surabaya, Indonesia." Deel I : hardware beschrijving, Deel II: software beschrijving. Intern rapport T.H. Eindhoven, maart 1977.

6. K.G. Holleboom: "Dataverwerkingssysteem voor propagatie-experimenten met OTS en SIRIO satellieten." Programmatuurbeschrijving. Intern rapport T.H. Eindhoven, februari 1979.

7. E.J. Maanders: "Propagatie experimenten met geostationaire satellieten bij frequenties boven 10 GHz", In dit nummer van het NERG-Tijdschrift.

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

DE TOEPASSING VAN WEERRADAR VOOR PROPAGATIEPREDICTIES

ir. E.P.W. Attema

Technische Hogeschool Delft
Afdeling der Elektrotechniek
Vakgroep Microgolftechniek

The application of weather radar to propagation predictions. After a discussion of the interaction between hydrometeors and electromagnetic waves, radar reflectivity measurements along a satellite path are presented. Comparisons are made between radar derived attenuation predictions and the actual values measured simultaneously using OTS signals received at the Netherlands OTS/SIRIO experimental ground station. In spite of residual instrumental uncertainties and simplifying theoretical assumptions, the agreement turned out to be satisfactory statistically as well as on an event-to-event basis.

INLEIDING

Gelijktijdig met de registratie van signalen afkomstig van de OTS en SIRIO satellieten worden op het experimentele grondstation van de PTT te Nederhorst den Berg een aantal indirecte metingen verricht. In het kader van een gezamenlijk onderzoekproject legt de Technische Hogeschool Delft (vakgroep Microgolftechniek) zich toe op de meting van radarreflecties door hydrometeoren (regendruppels, sneeuwvlokken, hagelstenen) op het satellietpad. Dezelfde hydrometeoren die verantwoordelijk zijn voor demping en depolarisatie van de satellietsignalen.

Het doel van dit onderzoek is tweeledig. Enerzijds wordt beoogd de radarobservatie te testen als indirecte bepaling van de propagatie-eigenschappen van een satelliet verbinding. Hiermede kan propagatie-onderzoek worden gedaan op frequenties en tijdstippen dat geen experimentele satelliet (volledig) beschikbaar is.
Anderzijds verschaft de radarreflectie informatie over de physische processen die voor de demping en depolarisatie verantwoordelijk zijn. Deze wordt gebruikt om de ter zake ontwikkelde modellen te testen respectievelijk te verfijnen. Modellen die de basis vormen voor de ontwikkeling van fading bestrijding en die tevens van belang zijn als het erom gaat de direct gemeten propagatie effecten te extrapoleren naar andere locaties dan het betreffende grondstation.

De radarreflectie metingen van de vakgroep Microgolftechniek passen in een breder wetenschappelijk onderzoekprogramma van microgolf tele-observatie. Zo neemt de vakgroep deel aan nationale en internationale projecten gericht op de waarneming van de toestand van oppervlaktewater en inventarisatie van de soort en de groei van landbouw gewassen. Voor reflectiemetingen die van belang zijn voor de studie van de voortplanting van elektromagnetische golven in de troposfeer beschikt de vakgroep over een S-band radar uitgerust met een 4,28 meter antenne die geplaatst is op het dak van het gebouw van de Afdeling der Elektrotechniek. Hiermede worden interessante gegevens verkregen over turbulentie, laagvorming en het gedrag van hydrometeoren in de troposfeer.

In de volgende paragrafen zullen achtereenvolgens aan de orde komen de interactie mechanismen van hydrometeoren en elektromagnetische golven, enige instrumentatie aspecten van het experiment en tenslotte de resultaten van een eerste meetperiode in de zomer en het najaar van 1979.

INTERACTIE MET HYDROMETEOREN

Als een elektromagnetische golf een hydrometeoor op zijn weg vindt zullen hierin stromen worden opgewekt. Deze zorgen er op hun beurt voor dat een deel van het door de golf getransporteerde vermogen aan het veld wordt onttrokken. Dit vermogen wordt deels omgezet in warmte door dissipatie, deels weer in de vorm van een elektromagnetische golf verstrooid. Voor niet te grillig gevormde deeltjes is er een theorie met behulp waarvan deze effecten kunnen worden berekend uit de vorm en grootte van het deeltje en de diëlektrische eigenschappen. Hierbij speelt ook de temperatuur een rol. Voor de transmissie eigenschappen door een wolk hydrometeoren betekent de onttrokken energie signaaldemping, terwijl er door de grillige vorm en oriëntatie van de deeltjes tevens depolarisatie van de elektromagnetische golven optreedt. Omdat de verstooïng door de deeltjes ook plaatsvindt in de richting van de bron kunnen deze m.b.v. radar worden waargenomen. In *Fig. 1* is schematisch de situatie weergegeven van twee deeltjes in een elektromagnetisch veld van een vlakke golf. Het feit dat de grootte en concentratie van regendruppels en hagelstenen niet zodanig groot is dat ook meervoudige verstrooïng in de beschouwingen hoeft te worden betrokken, vereenvoudigt de bere-

keningen aanzienlijk. Dit betekent fysisch dat mag worden aangenomen, dat bij elke druppel weer een vlakke golf arriveert zij het dan van gereduceerde sterkte. We kunnen nu eerst de demping en reflectie van elk deeltje afzonderlijk uitrekenen en vervolgens de demping en reflectiebijdragen sommeren.

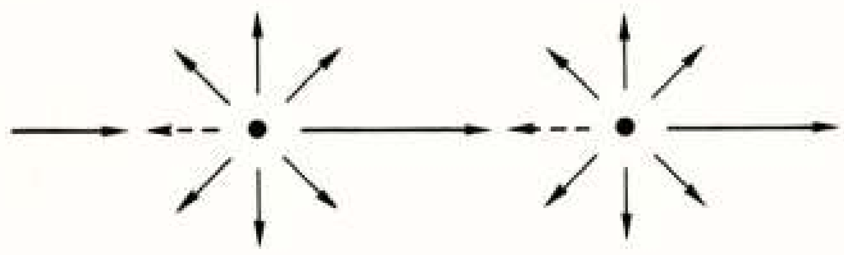


Fig. 1 Schematische voorstelling van de interactie van hydrometeoren en vlakke elektromagnetische golven

Voor één ronde regendruppel kunnen we schrijven:

$$A_p[dB] = 0{,}4343\ Q_t$$

Waarin A_p de demping in decibel en Q_t de uit de theorie gevonden dempingsdoorsnede van de druppel voorstelt. Deze is gedefinieerd als het oppervlak dat, indien vermenigvuldigd met de opvallende intensiteit, het totale aan de bundel onttrokken vermogen geeft. De dempingsdoorsnede van een ronde waterdruppel is een functie van de diameter, de temperatuur en de frequentie van de elektromagnetische golf.
De verstrooingseigenschappen van een ronde druppel drukken we uit in de verstrooingsdoorsnede van de druppel. Deze is gedefinieerd als het oppervlak dat, indien vermenigvuldigd met de opvallende intensiteit, de fractie van het aan de bundel onttrokken vermogen geeft dat weer wordt verstrooid. Voor kleine druppels (t.o.v. de golflengte) is deze tevens gelijk aan de radardoorsnede σ. De radardoorsnede van een ronde waterdruppel is een functie van de diameter, de temperatuur en de frequentie van de elektromagnetische golf. Ronde druppels veroorzaken geen depolarisatie.
De overeenkomstige grootheden voor een wolk van deeltjes vinden we op de volgende manier. Voor wat betreft de demping geldt, zoals we reeds veronderstelden, dat de interactie achtereenvolgens plaatsvindt tussen een vlakke golf en elk deeltje afzonderlijk. Daarom kunnen we de verzwakkingsfactoren met elkaar vermenigvuldigen ofwel de demping in dB van de deeltjes bij elkaar optellen. Hieruit volgt:

$$A[dB/km] = 0{,}4343\,\Sigma\, Q_t$$

De sommatie geldt over alle deeltjes die zich in een volume bevinden van één bij één bij 1000 meter. De radarecho van een wolk van hydrometeoren is opgebouwd uit de reflectiebijdragen van de individuele deeltjes. Deze bijdragen zijn veldsterkte componenten die bij de radarontvanger vectorieel bijelkaar worden opgeteld. Omdat de deeltjes voortdurend ten opzichte van elkaar en van de radar in beweging zijn veranderen de fasehoeken van deze componenten en het ontvangen signaal is dan ook een randomtijdvariabele. Dit is geillustreerd in *Fig. 2* waar het momenteel ontvangen vermogen als functie van de tijd is weergegeven. De gemiddelde waarde van het ontvangen vermogen wordt gevonden door algebraïsche optelling van de vermogensbijdrage per deeltje, dus door eenvoudige optelling van de radardoorsnede van alle deeltjes in het beschouwde volume. Met behulp van de zgn. radarformule kunnen we nu het gemiddelde ontvangen vermogen van een deeltjeswolk in verband brengen met de radarparameters en objecteigenschappen. Deze formule ziet er in zijn eenvoudigste vorm aldus uit:

$$\overline{P}_r = C'\Sigma\sigma/R^2$$

C' is hierin een evenredigheidsconstante waarin we allerlei radarparameters terugvinden, zoals zendvermogen, pulslengte, antennediagram en golflengte.

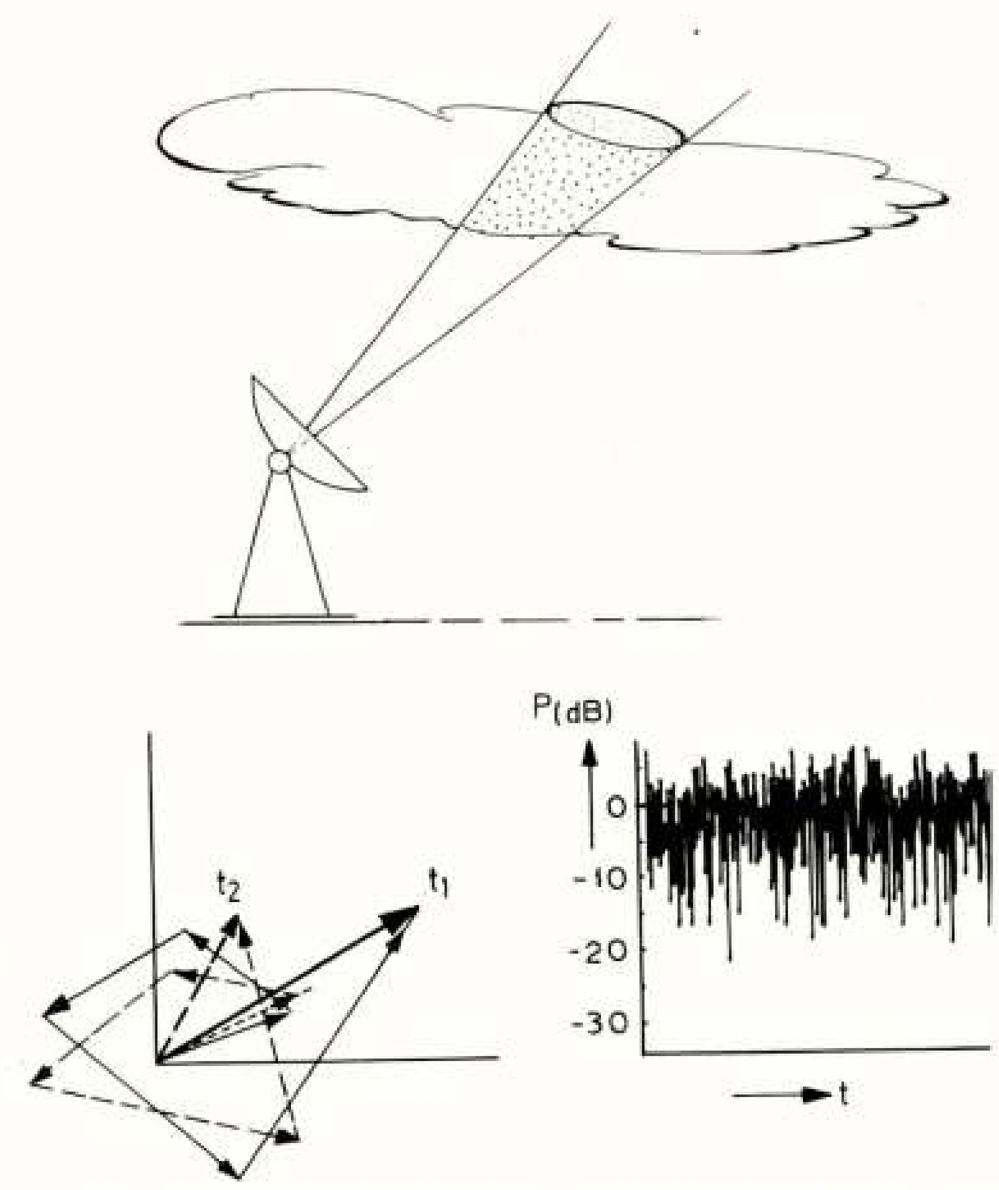


Fig. 2 De fluctuerende echo van een regenbui, bestaande uit de vectorsom van individuele verstrooingscomponenten

R is de afstand van de radar tot het beschouwde volume. De sommatie geldt over alle deeltjes per volume-eenheid. In de radar-meteorologie is het gebruik ontstaan om in de plaats van de sommatie over σ te schrijven de reflectiviteitsfactor Z_e, die er op een frequentie-afhankelijke factor na aan gelijk is. Deels om historische redenen wordt hiervoor de wat merkwaardige dimensie mm^6/m^3 gebruikt. Hiermede wordt de radarformule:

$$\overline{P}_r = CZ_e/R^2$$

Waarin C de radarconstante wordt genoemd.
De theoretische en empirische modelvorming van het gedrag van regendruppels en hun elektromagnetische eigenschappen is zo ver gevorderd dat we het verband tussen A[dB/km] en $Z_e[mm^6/m^3]$ kunnen uitrekenen. Onder de voorwaarde dat de daartoe benodigde veronderstellingen over druppelverdeling, druppelvorm en valsnelheid gerechtvaardigd zijn,

vinden we voor dit verband bij 20° C en voor λ = 3.19cm:

$$A = 7{,}5 \cdot 10^{-5} \; Z_e^{\,0{,}82}$$

Deze uitdrukking vormt de basis voor dempingspredicties uit radarmetingen. Voor andere typen hydrometeoren zoals hagel en sneeuw gelden uiteraard andere relaties. Voor de predictie van depolarisatie zijn ook verschillende theorieën ontwikkeld maar deze zijn nog niet zover verfijnd en zodanig experimenteel geverifieerd dat ten aanzien hiervan reeds een communis opinio is ontstaan.

Tot slot van dit hoofdstuk zullen we enige meetresultaten laten zien van de reflectiviteitsfactor Z_e, gemeten met het DARR (Delft Atmospheric Research Radar) systeem van de TH (*Fig. 3*).

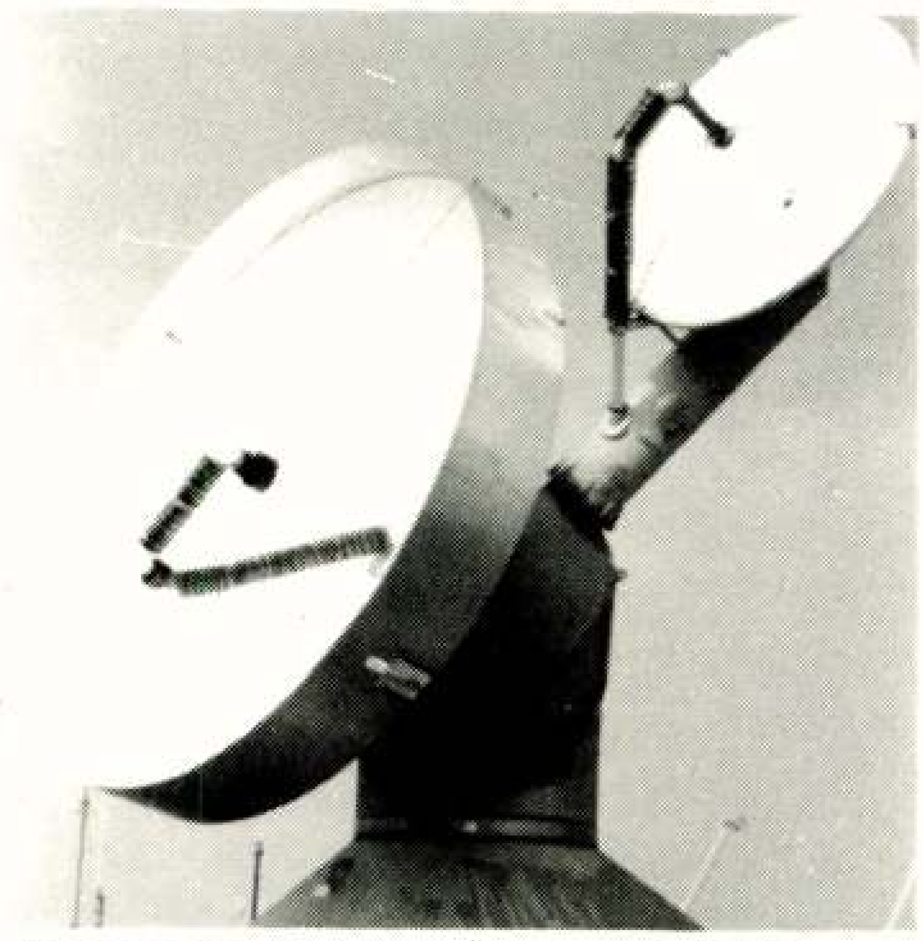


Fig. 3 De antenne installatie van het DARR systeem (Delft Atmospheric Research Radar)

Alle metingen werden uitgevoerd met de antenne gericht op het zenith. Langs de vertikale as vinden we een afstandsschaal, langs de horizontale as een tijdschaal. De reflectiviteit is weergegeven als intensiteit. (Hoe witter, des te sterker de echo).

Fig. 4 geeft de typische opbouw van een regenbui. De heldere witte streep, de "bright band" genoemd, ligt ongeveer ter hoogte van de 0° isotherm en scheidt het gebied erboven met droge hagelwolken van de eigenlijke regenbui eronder. De sterke reflectie van de bright band wordt veroorzaakt door natte sneeuw en gedeeltelijk gesmolten hagelstenen. Zoals op de andere opnamen kan worden geconstateerd is de bright band niet altijd aanwezig. Ook is het aardig te zien dat het in de hoger gelegen lagen kan regenen of hagelen terwijl het op het aardoppervlak (nog) droog is. Dit verklaart waarom het voorspellen van satellietcommunicatie condities uit regenmeterregistraties problemen kan geven.



Fig. 4 Opnamen van regenreflectie met het DARR systeem gericht op het Zenith. Horizontaal bereik 4 min., Verticaal bereik 7,5 km.

INSTRUMENTATIE ASPECTEN VAN DE WEERRADAROPSTELLING

De apparatuur die wordt gebruikt voor het weerradarexperiment op het grondstation te Nederhorst den Berg is geschetst in *Fig. 5*. Te onderscheiden zijn drie belangrijke subsystemen: de radarzender/ontvanger, een analoge signaalverwerking en tenslotte een computergestuurde digitalisatie en verwerkingseenheid.

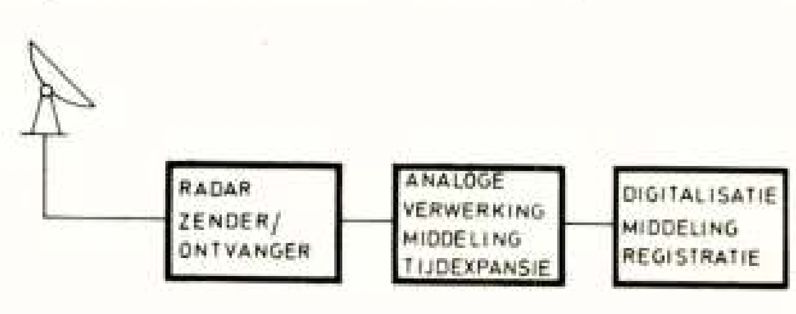


Fig. 5 Blokschema van de weerradarapparatuur te Nederhorst den Berg

Gebruik wordt gemaakt van een eenvoudige 3-cm scheepsradar zender/ontvanger van een type dat ook b.v. op pleziervaartuigen wordt aangetroffen. De keuze van golflengte is niet optimaal voor dit type meting, doch werd ingegeven door een uiterst beperkt budget. Als antenne wordt een parabolische reflector antenne gebruikt met een speciaal ontwikkelde belichter, geoptimaliseerd voor een laag zijlusniveau (*Fig. 6*).

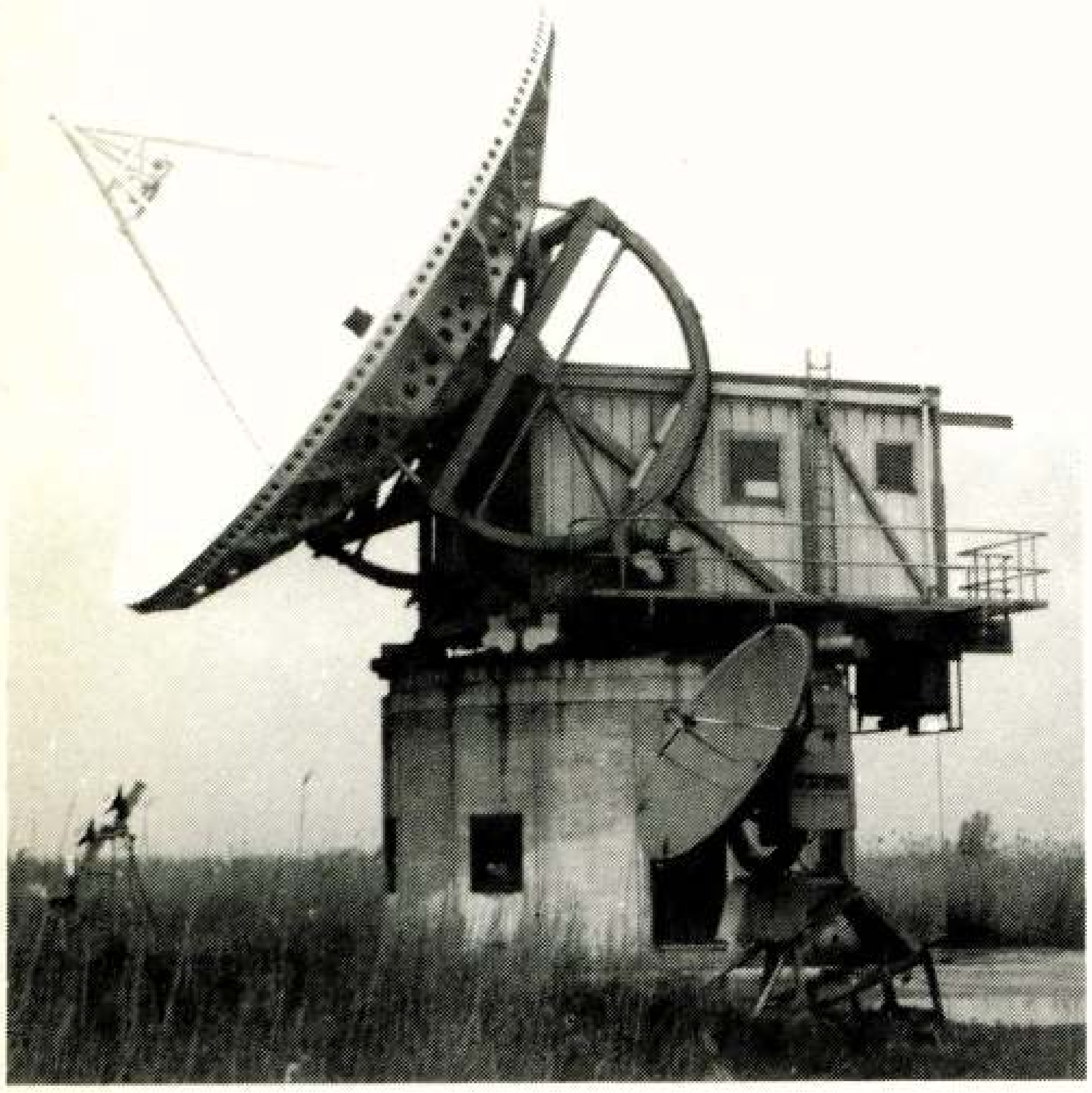


Fig. 6 De weerradar geplaatst op het experimentele PTT grondstation te Nederhorst den Berg

Een standaard navigatieradar enigszins geschikt maken als weerradar vereist een aantal essentiële ingrepen. De meeste radarsystemen zijn nml. ontworpen om -zoals de naam radar al doet vermoeden- objecten te detecteren en zo goed mogelijk van hun omgeving te onderscheiden. Bovendien gaat het erom de afstand van de radar tot het object zo nauwkeurig mogelijk vast te stellen. De echosterkte bepaling is daarbij secundair. Bij veel teleobservatie toepassingen is juist de echosterkte de belangrijkste informatiedrager. Dientengevolge moesten in de radar enige wijzigingen worden aangebracht om de nauwkeurigheid van de echosterkte bepaling te verbeteren. Zo moest een deel van de midden frequentschakeling annex detectiecircuit geheel worden vervangen.
Bij de bespreking van de interactie mechanismen kwam reeds ter sprake dat het echosignaal van een hydrometeorenwolk een random fluctuerend signaal is, waarvan het gemiddelde moet worden bepaald. Dit kan gebeuren door het regengebied gedurende een zekere tijd te observeren. Bij deze tijdmiddeling dreigt het benodigde interval echter zo groot te worden dat daarbinnen de regenintensiteit te veel verandert. Daarom is het belangrijk dat een radar wordt gekozen met een zo groot mogelijke ruimtelijke resolutie, zodat bij de signaalverwerking ook nog ruimtelijk kan worden gemiddeld. In het onderhavige geval werd uitgaande van een basisresolutie van 7,5 m ruimtelijk gemiddeld over 20 resolutiecellen tot trajectintervallen van 150 meter. Zodoende werd voor elk trajectinterval per reflectiviteitsbepaling een gemiddelde over 640 onafhankelijke metingen verkregen. Hiermede werd de resterende onzekerheid van de schatting van het gemiddelde echosignaal tot 0,17 dB teruggebracht.
Voor de registratie van de gedetecteerde radarsignalen stond ter beschikking een computergestuurde verwerkings- en digitalisatie faciliteit met een maximale bemonsteringsfrequentie van 50 keer/sec. De gedetecteerde radarsignalen hebben echter na initiële afstandsmiddeling nog een bandbreedte van ca. 1 MHz. Daarom werd door de TH een speciale tijdexpansietijdschakeling ontwikkeld om adequate bemonstering van de reflectiemetingen mogelijk te maken. Na het overwinnen van deze hinderpaal deed zich een data-opslag probleem voor. Immers als een radarreflectieprofiel bestaande uit 128 afstandsintervallen moet worden vastgelegd ontstaat bij digitalisatie met 1000 reflectieniveaus (10 bits) een datastroom van 1280 bits per profiel en derhalve 128 bits per seconde als elke 10 seconde een radarreflectieprofiel wordt gewenst. Deze waarde overtrof de aanwezige opslagcapaciteit en derhalve werd besloten de profielintervaltijd door verdere middeling op 2 minuten te brengen.

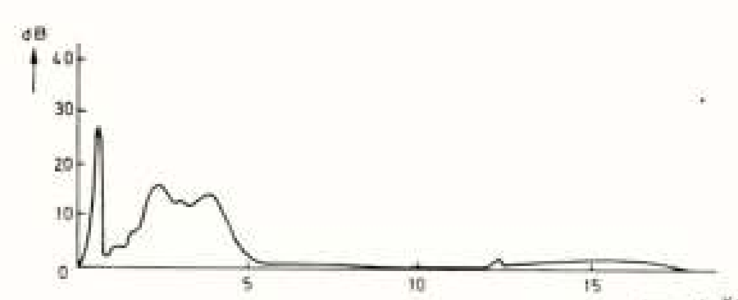


Fig. 7 Een voorbeeld van de radarreflectie profielregistratie langs het satellietpad. Horizontaal:afstand gemeten langs het satellietpad. Vertikaal: relatieve echosterkte in dB

Een voorbeeld van de gedetecteerde radarsignalen is gegeven in *Fig. 7* waar de 128 echo's in dB zijn weergegeven zoals die op 2 augustus 1979 werden gemeten om 11.08 uur (GMT). De eerste twee bemonsteringen vallen voor het tijdstip van het uitzenden van de radarpuls. Na deze bemonsteringen zien we de zendpuls verschijnen als gevolg van "lekkage" van zender naar ontvanger. Hierna komen de echo's van het satellietpad. Door de toegepaste middeling ontstaat een tamelijk vloeiende curve waaruit de besproken random fluctuaties zijn verdwenen. Bij de

gekozen systeemparameters wordt de totale meetonzekerheid bij de echosterkte bepaling getaxeerd op ca. 1 dB.

INTERPRETATIE VAN DE RESULTATEN

Overeenkomstig de radarformule moeten de gemeten reflectiewaarden worden verminderd met 10 log C en vermeerderd met 20 log [R] om het overeenkomstige profiel van de reflectiviteitsfactor Z_e te vinden. Hieruit wordt dan de demping als functie van de afstand berekend met de betreffende A-Z_e relatie, waarna tenslotte door sommatie over het satellietpad de totale demping van de satellietverbinding wordt gevonden.

Gedurende de eerste meetperiode van drie maanden in de zomer en het najaar van 1979 vonden een aantal interessante regen"events" plaats. Aan de hand van het aldus verkregen materiaal omvattende 574 2-minuten intervallen kunnen we nagaan in hoeverre de radar met betrekking tot dempingspredictie en propagatiediagnose aan de verwachtingen heeft voldaan. Hiertoe zullen we eerst een drie-tal gebeurtenissen uit het materiaal lichten.

Fig. 8 toont de registratie op 2 september 1979 van de demping van het OTS TM-bakensignaal, de regenintensiteit en de kruispolarisatie-ontkoppeling.

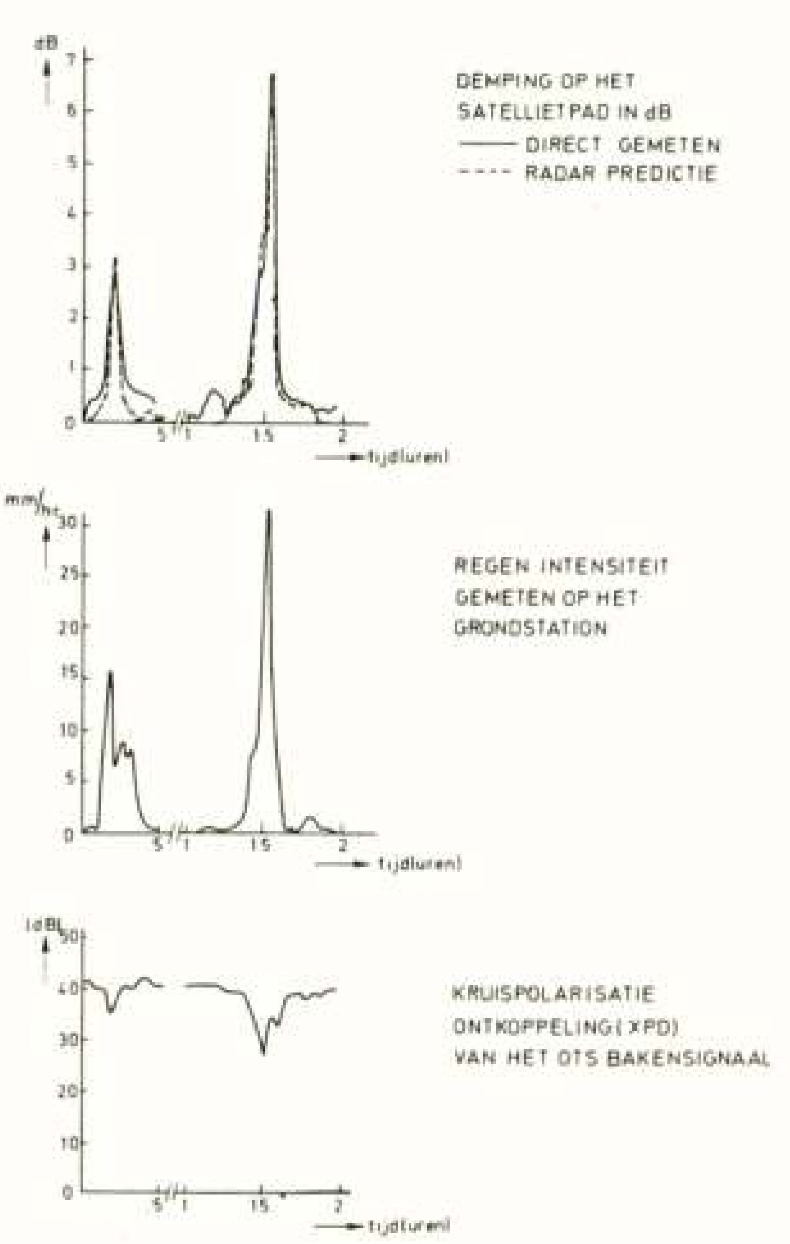


Fig. 8 Registraties en predicties als functie van de tijd op 2 september 1979

Tevens is aangegeven welke dempingswaarden werden berekend uit de radarechometingen. De overeenkomst is bevredigend. Uit *Fig. 9*, dat een beeld geeft van het reflectiviteitsverloop op het satellietpad, blijkt ook dat we te maken hebben met een regenbui die niet boven de 0° isotherm uitkomt en het gebied daaronder tamelijk uniform vult.

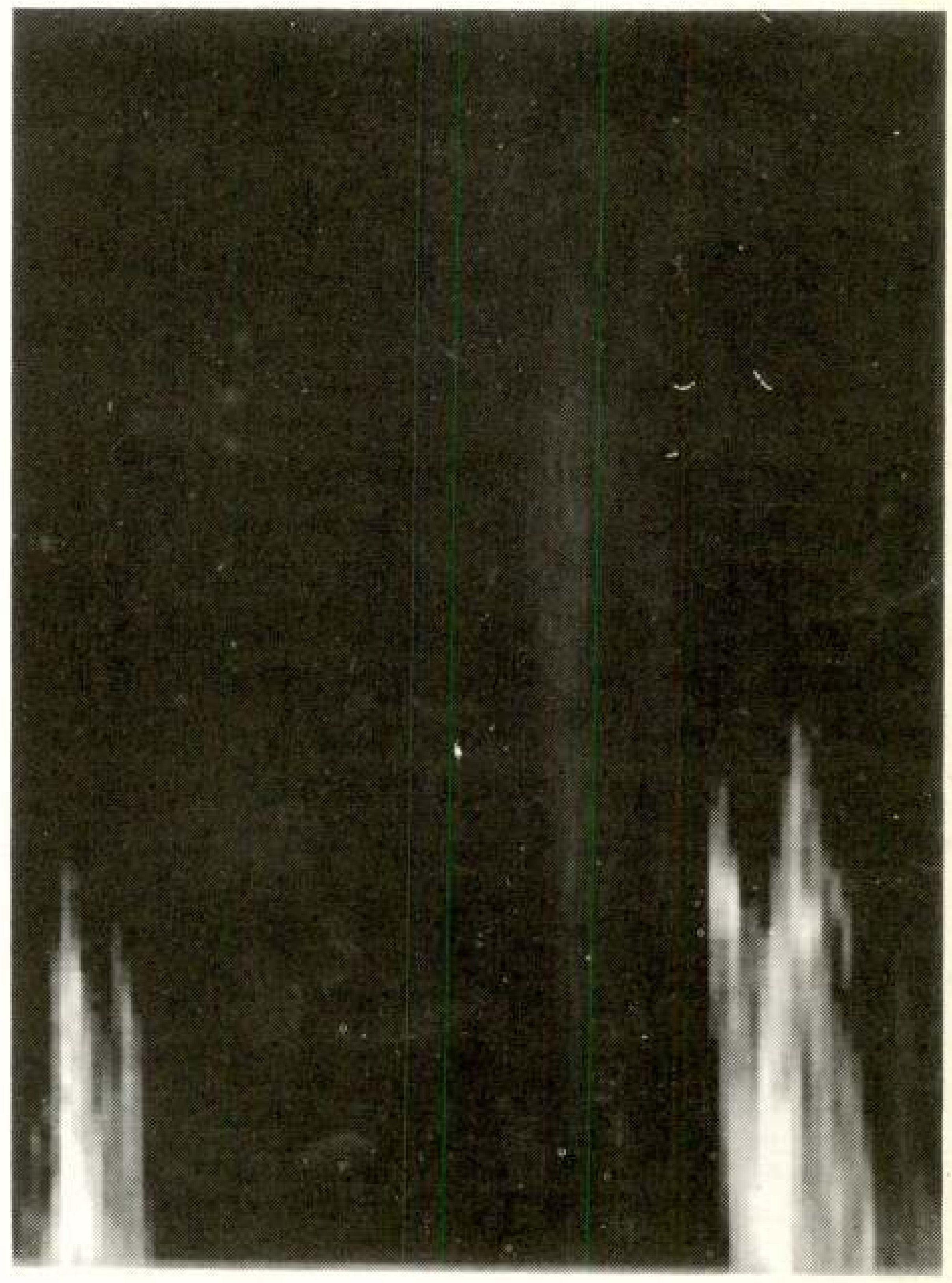


Fig. 9 Radarreflectivteitsmeting langs het satellietpad op 2 september 1979. Horizontaal bereik: 18 0 minuten. Vertikaal bereik: 18,5 kilometer

Ook de regenregistratie lijkt het dempingsverloop aardig te volgen.

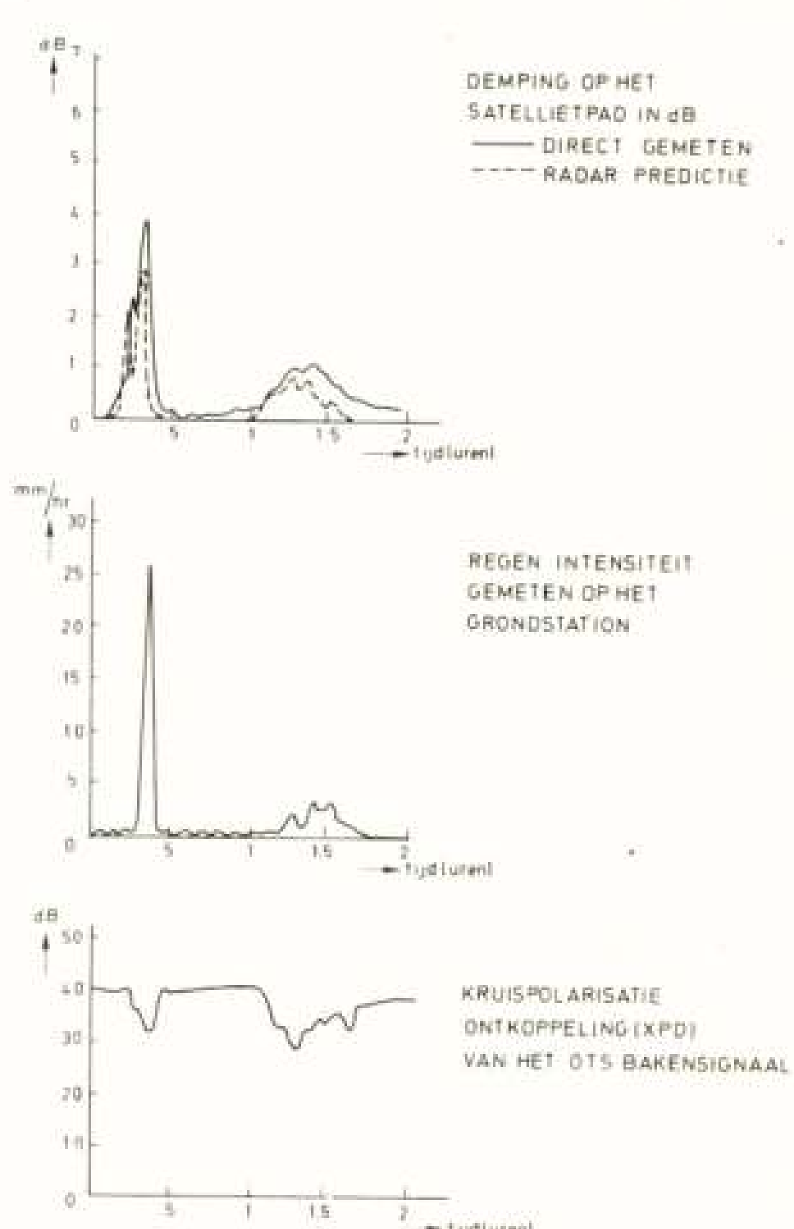


Fig. 10 Registraties en predicties als functie van de tijd op 17 augustus 1979

Geheel anders ligt de situatie op 17 augustus (*Fig. 10*). Daar wordt pas een flinke regenintensiteit gemeten op het grondstation als de grootste demping op het satellietpad al achter de rug is. De verklaring van dit verschijnsel is te vinden in het reflectiviteitsverloop (*Fig. 11*), dat een goed beeld geeft van de ontwikkeling van de regenbui, die eerst zijn invloed deed gelden in



Fig. 11 Radarreflectiviteitsmeting langs het satellietpad op 17 augustus 1979

de hogere luchtlagen en daarna pas bij het grondstation. De radarpredictie voor de demping is goed in overeenstemming met de direct gemeten waarden.

Op 3 augustus 1979 (*Fig. 12*) vinden we in de radarpredictie een extra dempingspiek rond 10.35 uur die niet in de directe dempingsmetingen tot uiting komt.

Het bijbehorende reflectiviteitsverloop geeft uitsluitsel over deze discrepantie (*Fig. 13*). Radarecho's uit de hogere luchtlagen tengevolge van hagel en de bright band leiden tot te hoge dempingsvoorspellingen indien blindelings het predictie-algorithme wordt toegepast dat slechts voor regen geldt.

Op grond van deze ervaring werd het algorithme verfijnd door de bright band en de reflecties boven de 0° isotherm bij de dempingsberekening buiten beschouwing te laten. Na deze modificaties komen de predicties weer beter met de meetwaarden overeen.

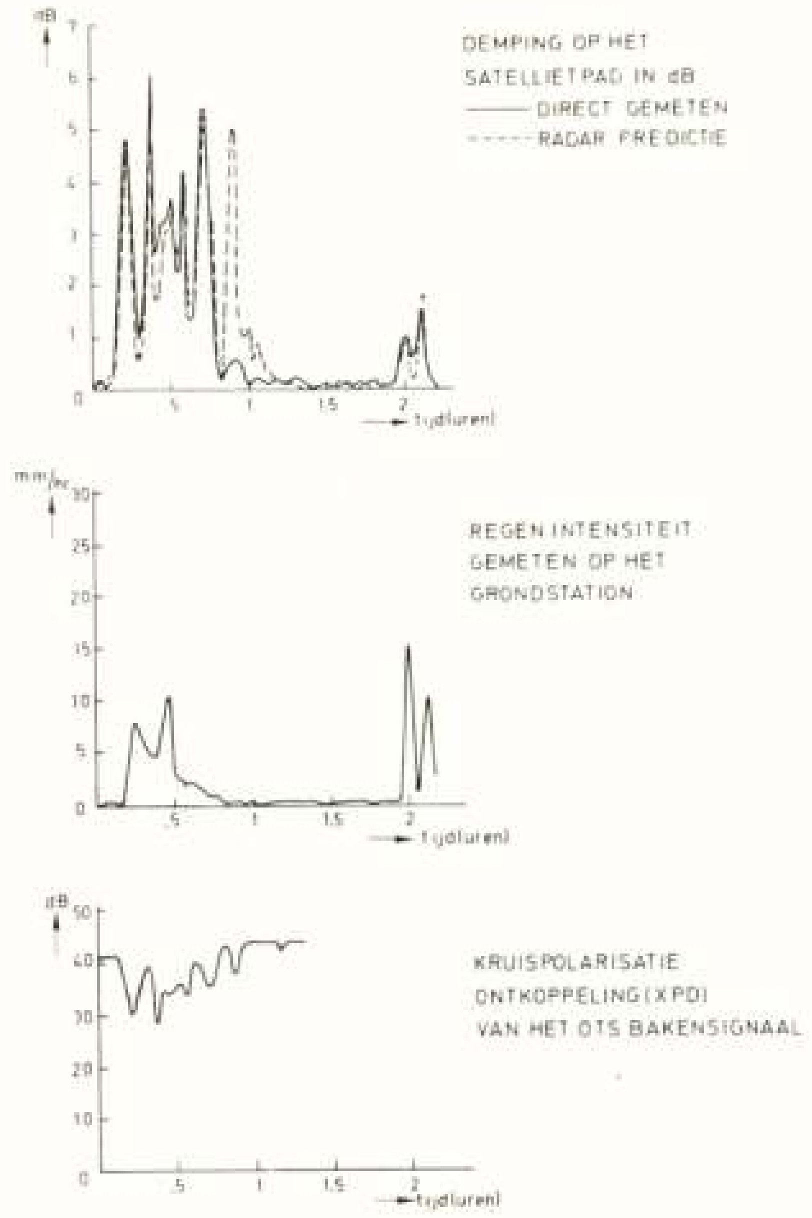


Fig. 12 Registraties en predicties als functie van de tijd op 3 augustus 1979

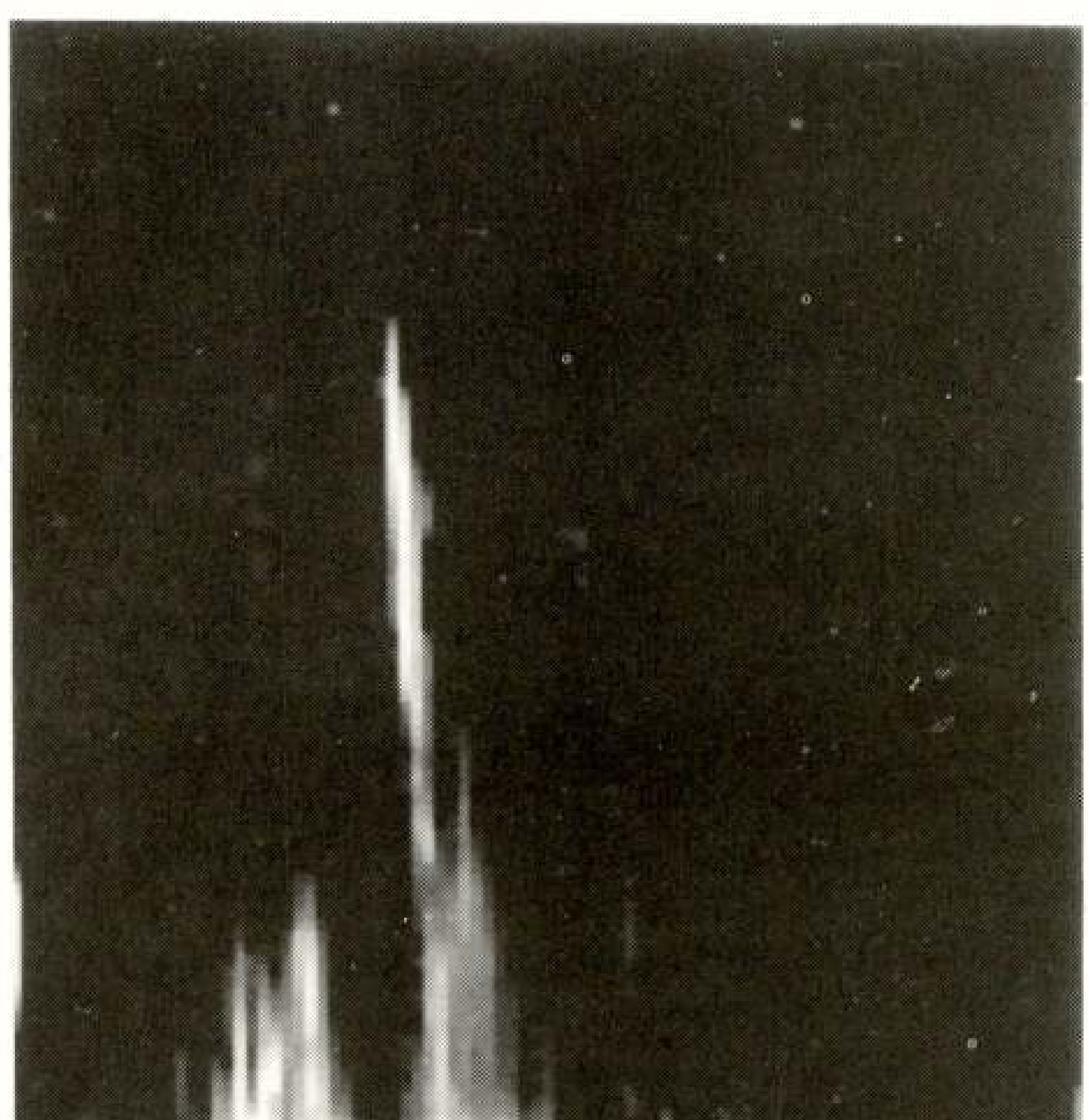


Fig. 13 Radarreflectiviteitsmeting langs het satellietpad op 3 augustus 1979

Een geheel andere manier om de resultaten van de eerste meetperiode te beoordelen is een analyse op statistische basis. Zo kan men de correlatie bepalen van metingen en predicties over het gehele metingenbestand. Deze is in *Fig. 14* weergegeven voor het bovengenoemde gemodificeerde predictie algorithme.

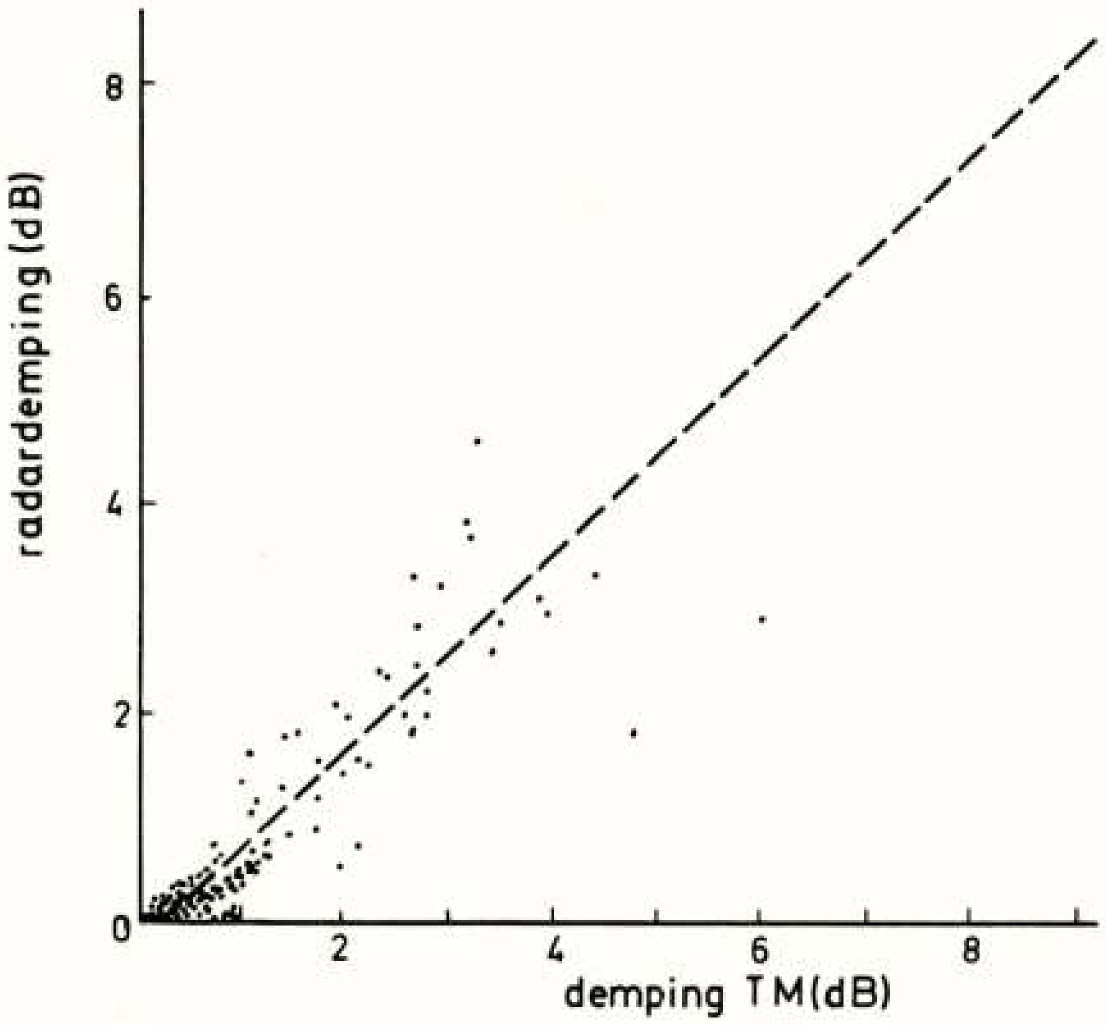


Fig. 14 Correlatie tussen direct gemeten demping op het satellietpad en de overeenkomstige radarpredicties

De afwijkingen van meetwaarden en berekeningen kunnen hun oorzaak vinden in zowel meetfouten in radarmetingen en/of dempingsbepalingen als ook in het feit dat het ontwikkelde predictie algorithme gebaseerd is op regenmodellen die een simplificatie van de werkelijkheid zijn. Dat de meetfouten een rol van betekenis spelen is zeker. Nadere analyse heeft namelijk aangetoond dat een fout in de schatting van de radarconstante van 1 dB reeds een dempingsfout van maar liefst 20% impliceert. Daarom is het te verwachten dat de resultaten zeker nog beter kunnen uitvallen als de onzekerheid bij de radarmeting middels interne calibratie nog zal worden verminderd.

De resultaten van het experiment kunnen tenslotte nog worden gepresenteerd in de voor systeemontwerpers zo belangrijke cummulatieve dempingsverdeling. Deze is in *Fig. 15* geschetst zoals die werd gemeten op de satellietverbinding en in dezelfde figuur zoals die werd afgeleid uit de radarmetingen. De grote mate van overeenstemming laat zien dat de radarinstallatie zelfs in zijn huidige vorm voor dit type bepaling een veelbelovend hulpmiddel is gebleken.

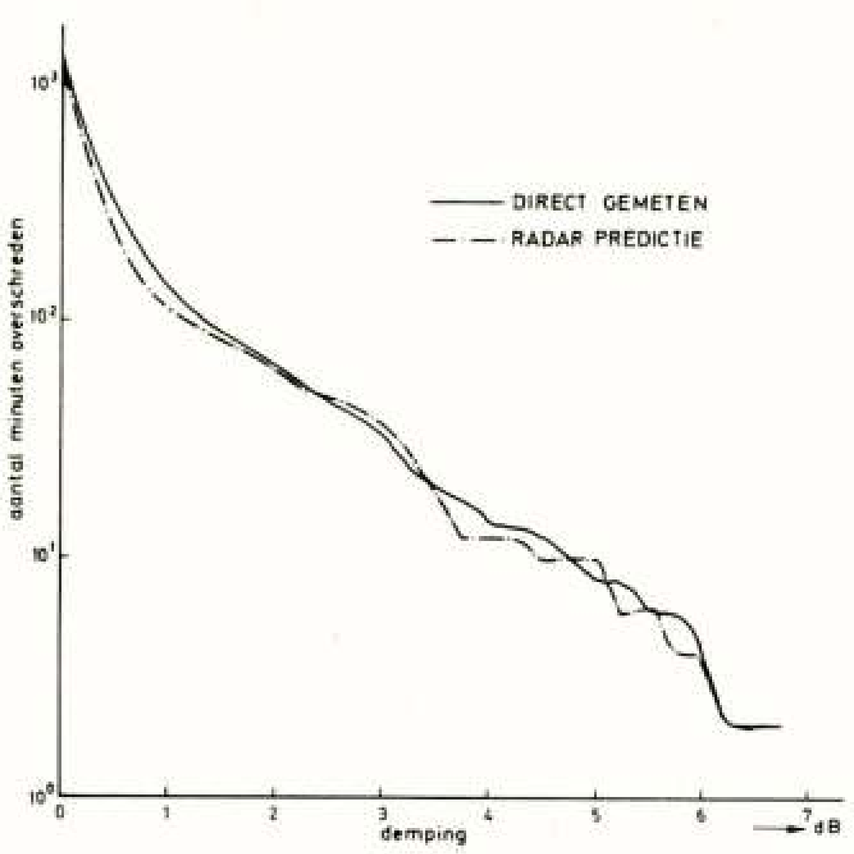


Fig. 15 Cummulatieve dempingsverdeling van de satellietverbinding gedurende de meetperiode

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

SLANT-PATH PROPAGATION RESEARCH IN BELGIUM

A. Vander Vorst
Laboratoire de Télécommunications et d'Hyperfréquences
UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN - BELGIUM

ABSTRACT - This paper describes the three belgian stations operating with O.T.S., respectively at the Intelsat site of Lessive and at the site of the Telecommunications Laboratory of Louvain-la-Neuve (University of Louvain), Belgium. The station of Lessive is operating since May 1979, measuring the beacons TM/$\overline{\text{TM}}$. They both calculate the co- and crosspolar components, as well as their relative phase difference. A mobile station also receives the B0/B1 beacon. Measurements at Louvain-la-Neuve may be compared to radiometer measurements at 12 and 35 GHz. The equipment is described, the receivers as well as the data acquisition and processing systems. First results are presented.

1. INTRODUCTION

The Telecommunications and Microwaves Laboratory has a research program on atmospheric microwave propagation since about ten years. Experimental links were established at 12 GHz, and at 35 GHz. A dual-polarisation radiometer at 12 GHz was also designed and set up, as well as a sun-tracker radiometer at 35 GHz. Contributions were made on attenuation and depolarisation effects, both from an experimental and from a theoretical point of view.

In 1975, the decision was taken by the Ministry of Economic Affairs to financially support a program of research and development, introduced by ETCA (Etudes Techniques et Constructions Aérospatiales, ACEC, Belgium) and by the Telecommunications and Microwaves Laboratory (U.C.L.). The purpose of the program was two-fold.

On one hand, the university was interested by extending his program of atmospheric propagation and its correlation with meteorological phenomena. It was also interested by the study in actual spatial communication systems of modulation systems, signal processing, and aerial and receiver performances.

On the other hand, the industry was interested by the development of small and medium size earth stations, to be connected to cable distribution networks. Belgium will indeed be almost completely cabled when the first satellites for direct television will be put into orbit. The satellite may hence be considered for Belgium as a complement and not as a substitute of the cable network.

This two-fold purpose of scientific and technical research and of industrial development made the requirements more difficult to be met. Furthermore, the rather low power radiated by O.T.S., even in spot beam, requested more sophisticated receivers and larger antennas then those required for direct television.

2. DESCRIPTION OF THE STATIONS

Three stations are now available.

The main one is located at Louvain-la-Neuve, and is operated by the Telecommunications and Microwaves Laboratory. It has a 4.6 m Cassegrain antenna, designed and built by M.B.B., with a gain of 52 dB and a stability of the order of 0.5 dB. Linearly polarised, it is able to receive the TM/$\overline{\text{TM}}$ beacon, and to transmit and receive a color television signal. The station is operating in the propagation receiving mode since October 1978, on the co- and crosspolar components, in amplitude and in phase difference. Since the summer 1979, it also operates in a transmission mode for television experiments. This part of the equipment is not described in this paper.

The second one is located at the belgian space communication site of Lessive, and is operated by the belgian P.T.T. since May 1978. It only works in a propagation receiving mode. Circularly polarised, it receives B0/B1, both on the co- and crosspolar components, both in amplitude and phase difference. It has a 3 m reflector with a 49 dB gain.

Finally, a mobile station is operating since December 1979. With a 1.2 m reflector and a 41 dB gain, it only operates in a propagation receiving mode, on the copolar component of the circularly polarised B0/B1.

3. DESCRIPTION OF THE BEACON RECEIVERS

3.1. General description

The beacons measured by the receivers are respectively B0/B1 at Lessive and TM/$\overline{\text{TM}}$ at Louvain-la-Neuve. The amplitude of both co- and crosspolar components as well as their relative phase difference are measured.

Furthermore, an experimental TV receiver is implemented in one of the channels of the Louvain-la-Neuve station, such that FM modulated analog TV signals may be analyzed simultaneously with propagation effects.

3.2. Aerial characteristics

Both main antennas have a cassegrain structure, with a container at the back of the feeder containing the RF front end.

The BO antenna (Lessive) has a diameter of 3 m. It is circularly polarised, and the polarisation isolation is about 35 dB in the frequency range 10.95 - 11.8 GHz. When measured, however, the mean clear sky depolarisation is often worse than the expected 35 dB : it lies around 30 dB. The feeder is followed by a polariser providing respectively the left-hand and the right-hand circularly polarised signals. The antenna has no tracking facility : the diameter is indeed at the limit for this requirement.

On the other hand, the TM 4.6 m antenna (Louvain-la-Neuve), with linear polarisation, was designed to provide a 40 dB polarisation isolation on the whole module A (TM + Ch-4) band. Such a specification is difficult to meet and the mean clear sky value obtained during the first months varies between 30 and 40 dB. The feeder is followed by an integrated OMT-diplexer that separates the RX orthogonal ports and the TX port. The beamwidth is small enough (0.28° at - 3 dB) to necessitate a programmable tracking, which is provided by a minicomputer, using Eutelsat data.

3.3. Receiver characteristics

Front ends are very similar (figures 1 and 2). The BO

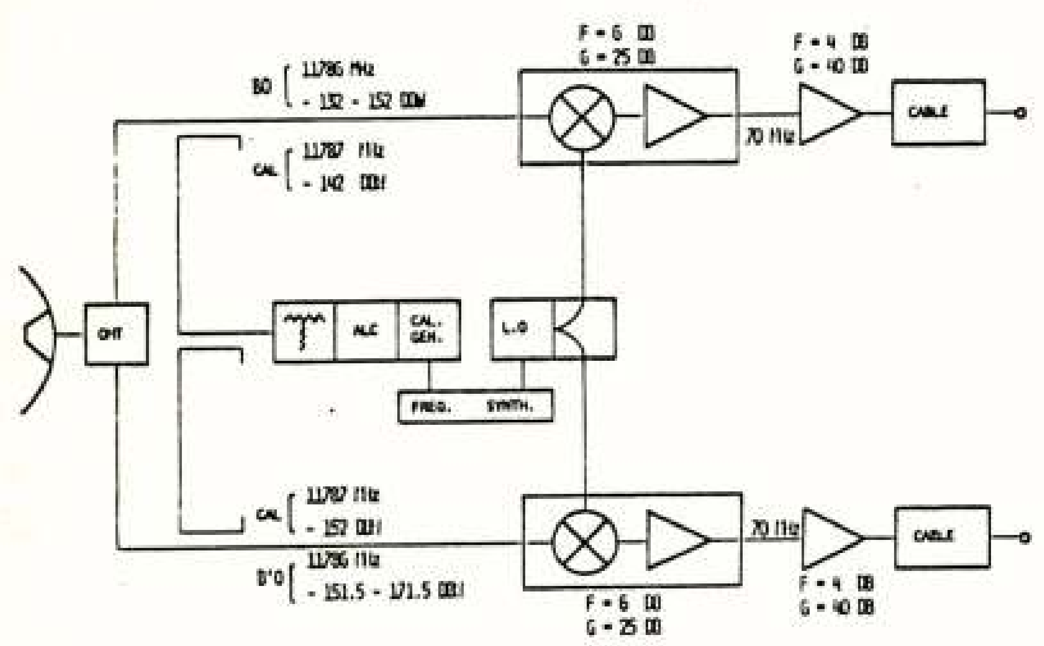


Fig. 1 Front end of Lessive station

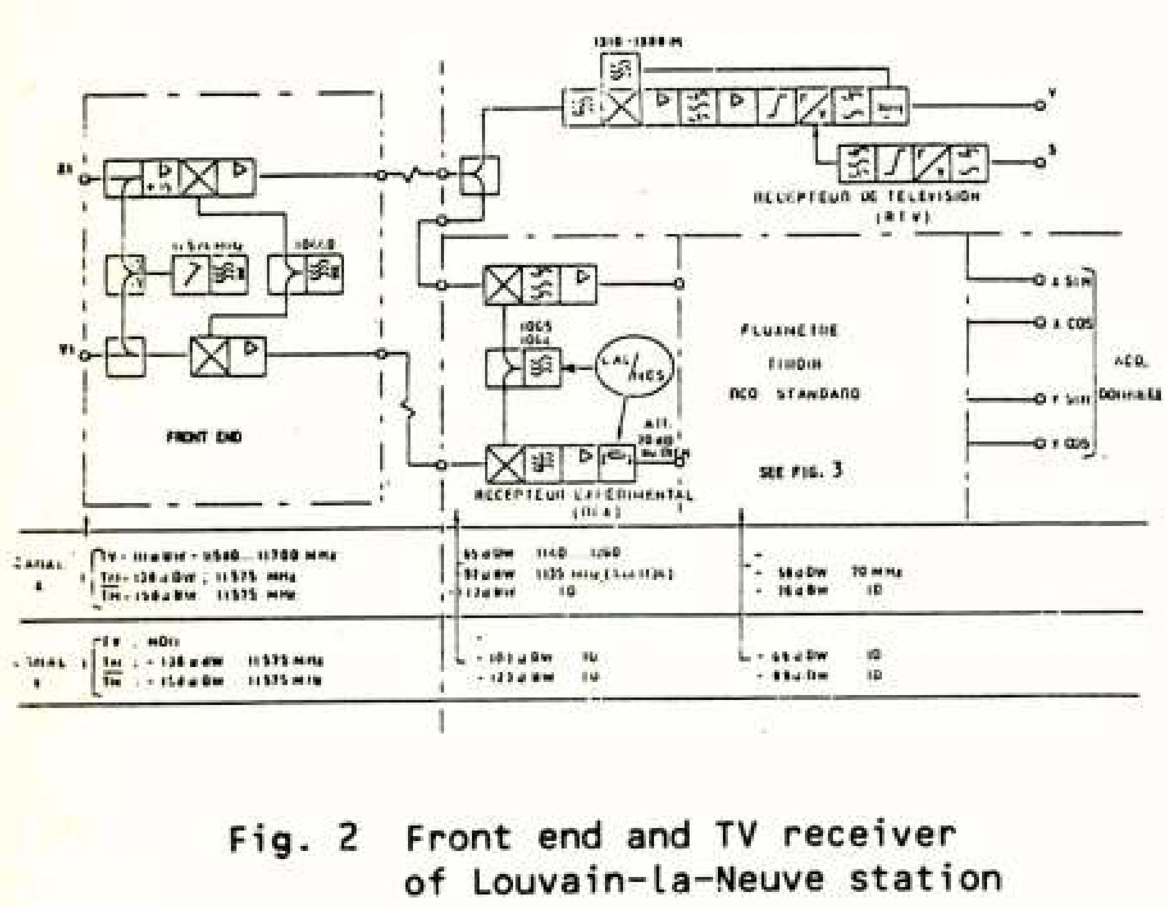


Fig. 2 Front end and TV receiver of Louvain-la-Neuve station

receiver is a classical down-converter with a local oscillator stabilized in amplitude and frequency, and an IF at 70 MHz. The TM receiver has un uncooled parametric amplifier of 15 dB gain, 140°K noise temperature, inserted in the TV channel to provide a high enough signal-to-noise ratio. The associated G/T ratio is about 27 dBK^{-1}. A first down conversion to 1.20 GHz separates both propagation and TV channels. The frequency is then downconverted to 70 MHz.

The 70 MHz intermediate frequencies are introduced in a PLL receiver, converted down to 6 MHz and phase-locked on a 6 MHz reference oscillator. The loop includes a crystal filter, a limiter, a phase comparator, a loop filter with a search circuit and a 64 MHz voltage controlled oscillator. This loop has been optimized on the basis of beacon stability data. The crystal filter has a bandwidth of 5.75 kHz and the loop bandwidth is 1 kHz. The lock acquisition time is 1.5 s.

The 6 MHz signals are coherently detected by the reference oscillator to provide the cartesian components of the output signals. The post-detection bandwidth can be chosen electronically to be 1, 10, 30 or 100 Hz. An analog computer also provides the amplitudes of these signals. Figure 3 shows the block-diagram of this coherent receiver.

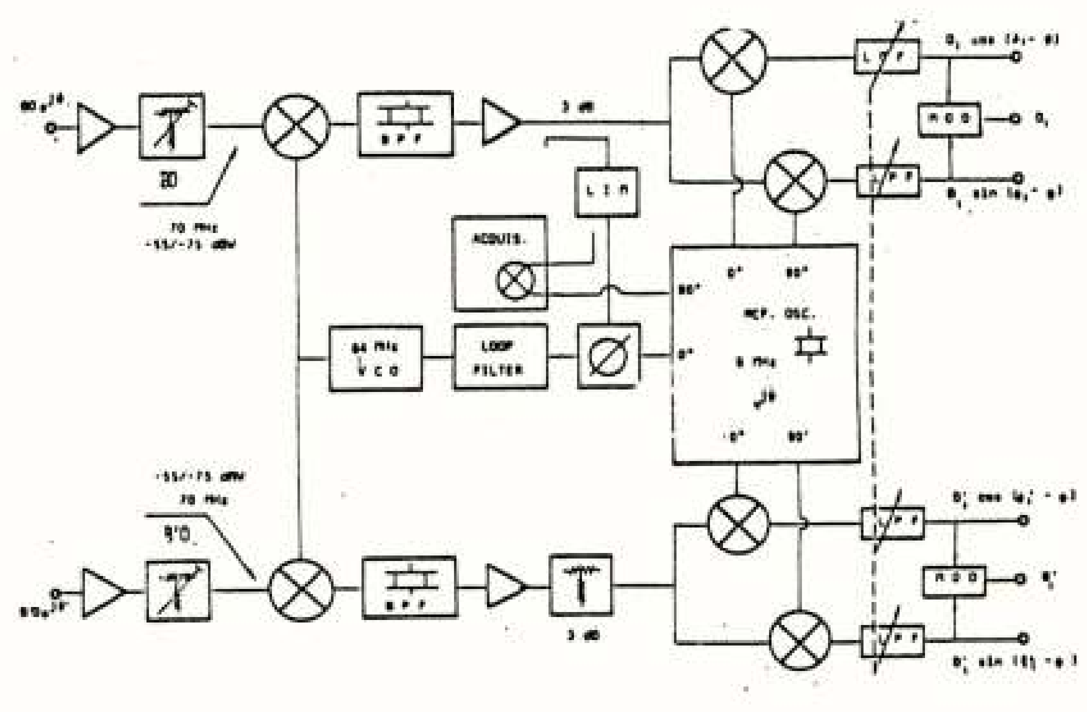


Fig. 3 Coherent receiver

A calibration signal is provided by a generator, operating continuously at a spectral distance of 1 MHz from the beacon frequency. In order to proceed to a calibration of the entire link, the first local oscillator is shifted by 1 MHz and the calibration signal is measured in place of the satellite beacon signal.

3.4. Other equipment

Several logic blocks are included in the system, like a failure alarm related to the acquisition system, antenna de-icing by heating, antenna pointing, etc. In Lessive, this heating operation is quite satisfactory : a period of 15 minutes is necessary to clean the dish. In Louvain-la-Neuve, perturbations on the gain antenna are observed : heating adds a 2 dB drift superposed with 0.5 dB ptp instabilities.

4. DATA ACQUISITION AND HANDLING

4.1. Data acquisition systems

For several reasons (versatility, low cost, ease of duplication, technical interest, possibility of on-line computations and tests, control and switching ability, ...), it was decided to use a microprocessor system to control the acquisition system and a magnetic tape unit as storing device of the measurements made at the Lessive station.

A general block-diagram of the system is presented on figure 4. The four analog channels are measured through a 12 bit analog-to-digital converter. For rapid checks, analog recordings of the amplitude of B_1 and B_1' duplicate the digital acquisition. The micropro-cessor is also informed on the state of a raingauge, the state of the PLL, the operation of the de-icer, the post-detection bandwidth, the presence of a calibra-tion sequence and the general health of the receiver. It is able to select the bandwidth, to switch a cali-bration sequence on, and to communicate with the front panel of the system to give alarms. A second micro-processor, working as a slave, controls the transfer of the data to the magnetic tape unit (figure 5).

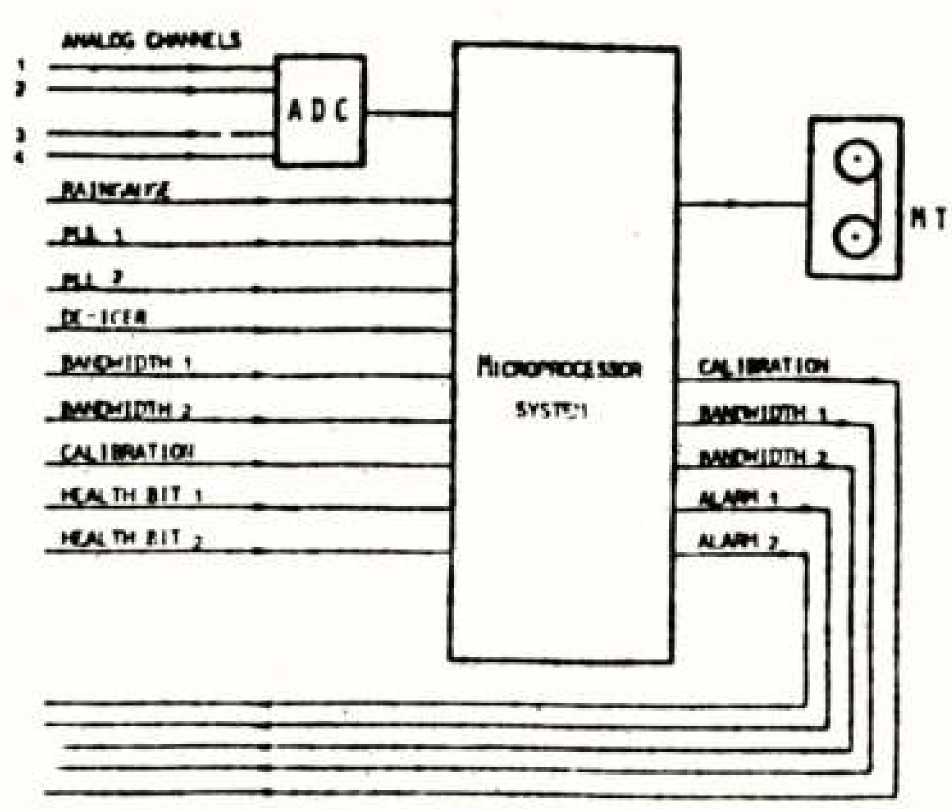


Fig. 4 Acquisition system

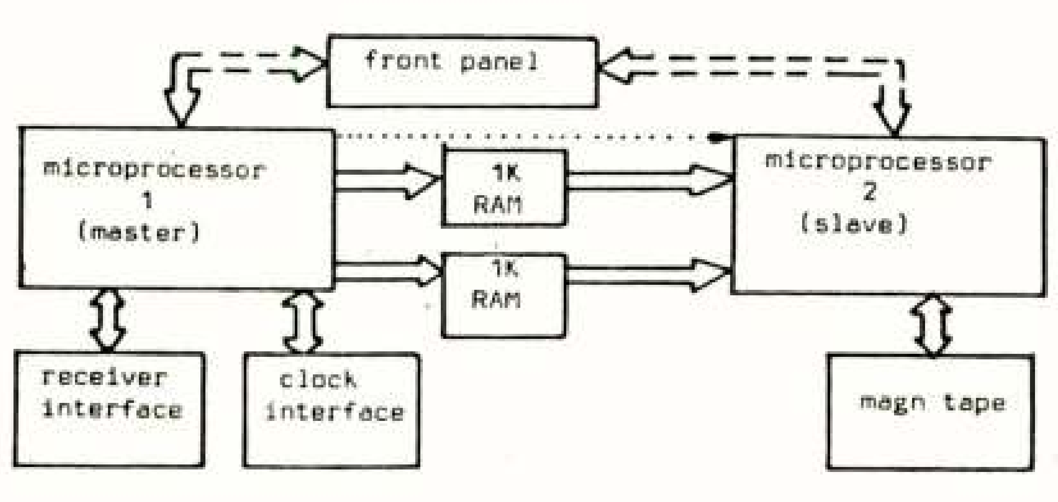


Fig. 5 Block-diagram of the B0 acquisition system

On the other hand, the Louvain-la-Neuve station is controlled by a minicomputer that provides the same logic functions as in Lessive, but allows antenna pro-grammable pointing and simultaneous data acquisition on magnetic tape of the two radiometers and of meteorologi-cal stations (wind and rain).

4.2. Data acquisition policy for both stations

The basic scanning rate is 1 Hz, the post-detection bandwidth being switched at 10 Hz. After each measure-ment, a computation of the copolar level as well as the polarisation discrimination is performed. As the recor-ding of all measurements can lead to a very high cost of the data analysis (although this was done for the very first months of acquisition to test the system), it is interesting to vary the recording speed. The follo-wing table of decision is used. A measurement is recor-ded

- if the copolar level variation is higher than 0.5 dB
- or if the crosspolar level variation is higher than 1 dB when this level is worse than 30 dB under clear sky level
- or if the time interval since the last recording exceeds the time limit of figure 6.

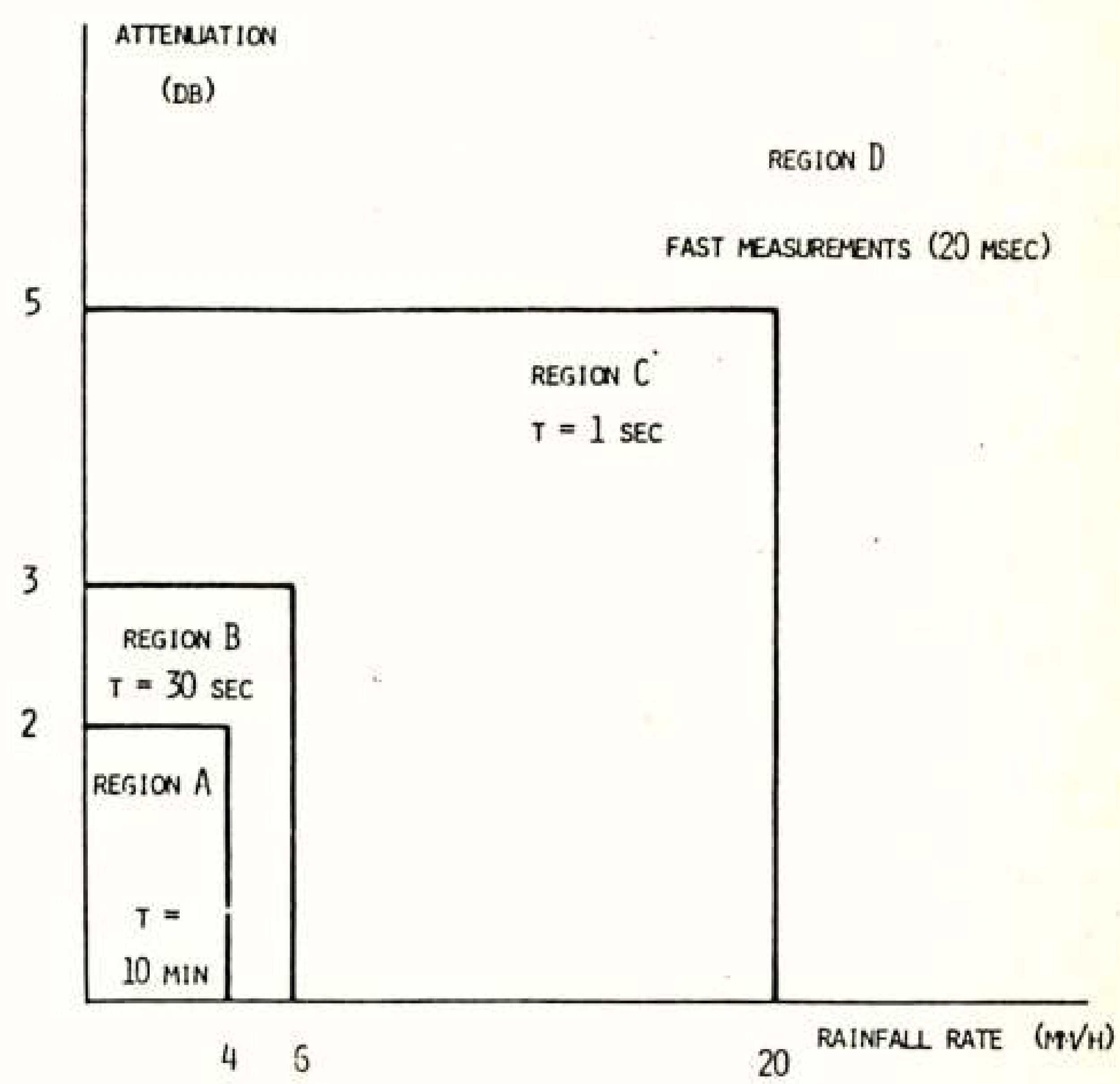


Fig. 6 Decision table

This decision table does not take into account the discrimination level : a 1 dB variation criterion when the crosspolar level is worse than 30 dB was found sufficient to record every interesting event, while the criterion on the copolar level variation is sufficient in the other case.

Under severe conditions (zone D on figure 6), the post-detection filter is switched to 100 Hz and the sampling period is decreased to 20 ms for a duration of 10 s. After this burst, the system comes back to a 1 Hz measuring rate.

Every 30 minutes a calibration signal is injected in the receiver. This is controlled by the microprocessor (minicomputer) which has to select a 10 Hz bandwidth to yield the highest accuracy, switch the local oscillator, wait for the locking of the PLL, record the values, switch again the local oscillator and wait for locking of the PLL on the actual satellite signal. If the conditions of regions C and D of figure 6 are met, this calibration is delayed. The first measurement after a calibration is always recorded.

4.3. Data handling

The rough tapes are first read on minicomputer. The recordings are checked and every incident, alarm, misfunctioning, or suspect situation is detected by the program. Complete diagnostics then appear to the operator (figure 7). He has at his disposal a set of listing and plotting possibilities to inspect the tape and decide about the validity of the measurements. Accepted data are converted and a new master file is produced on a second magnetic tape for further processing.

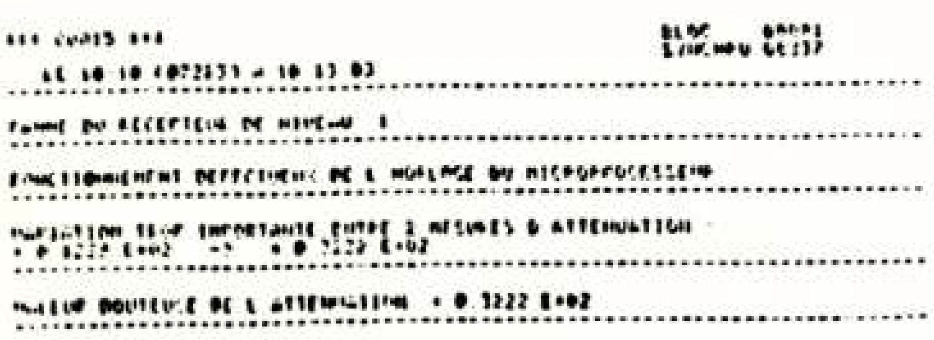


Fig. 7 Diagnostic

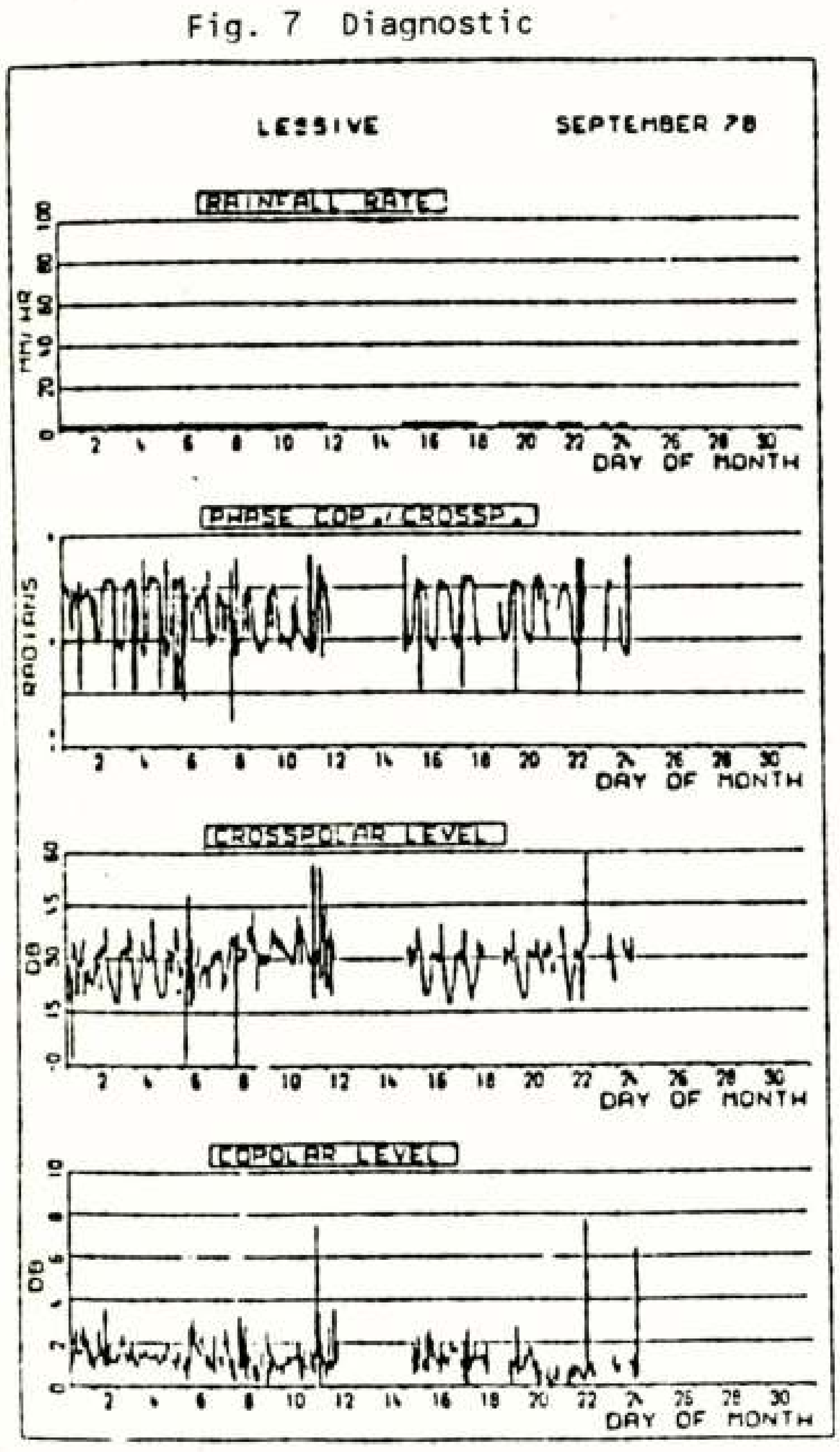


Fig. 8 Standard analog plot

The master file is then processed to produce some standard plots. Figures 8, 9 and 10 present some examples to the produced plots.

Any other plot with optional scales may be obtained by processing the master file on the minicomputer.

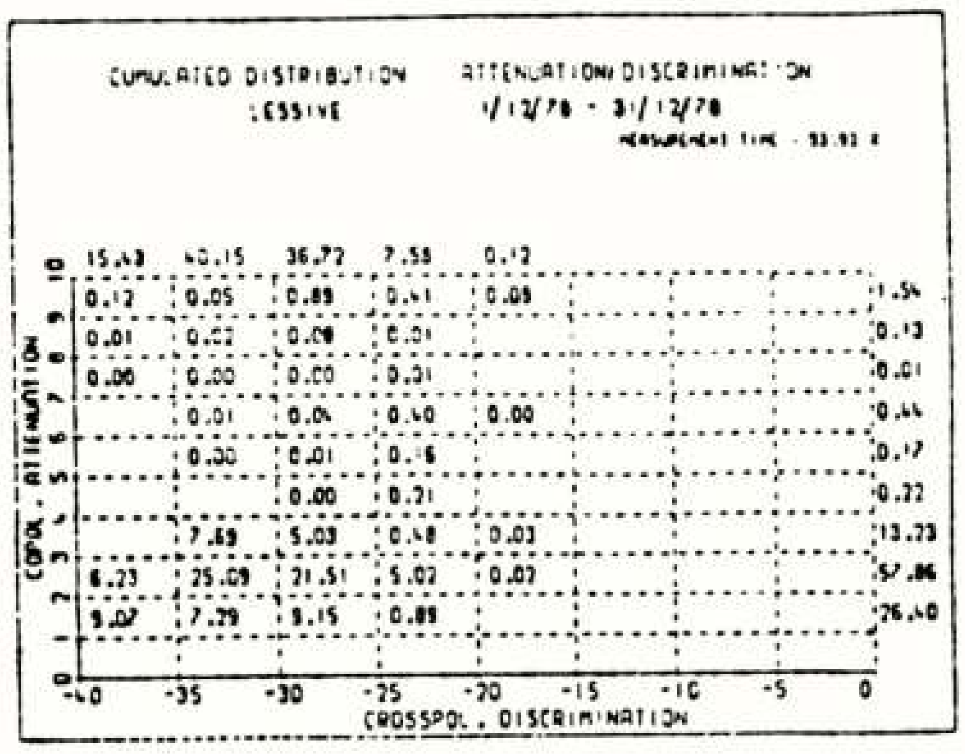


Fig. 9 Cumulative distribution of attenuation versus discrimination

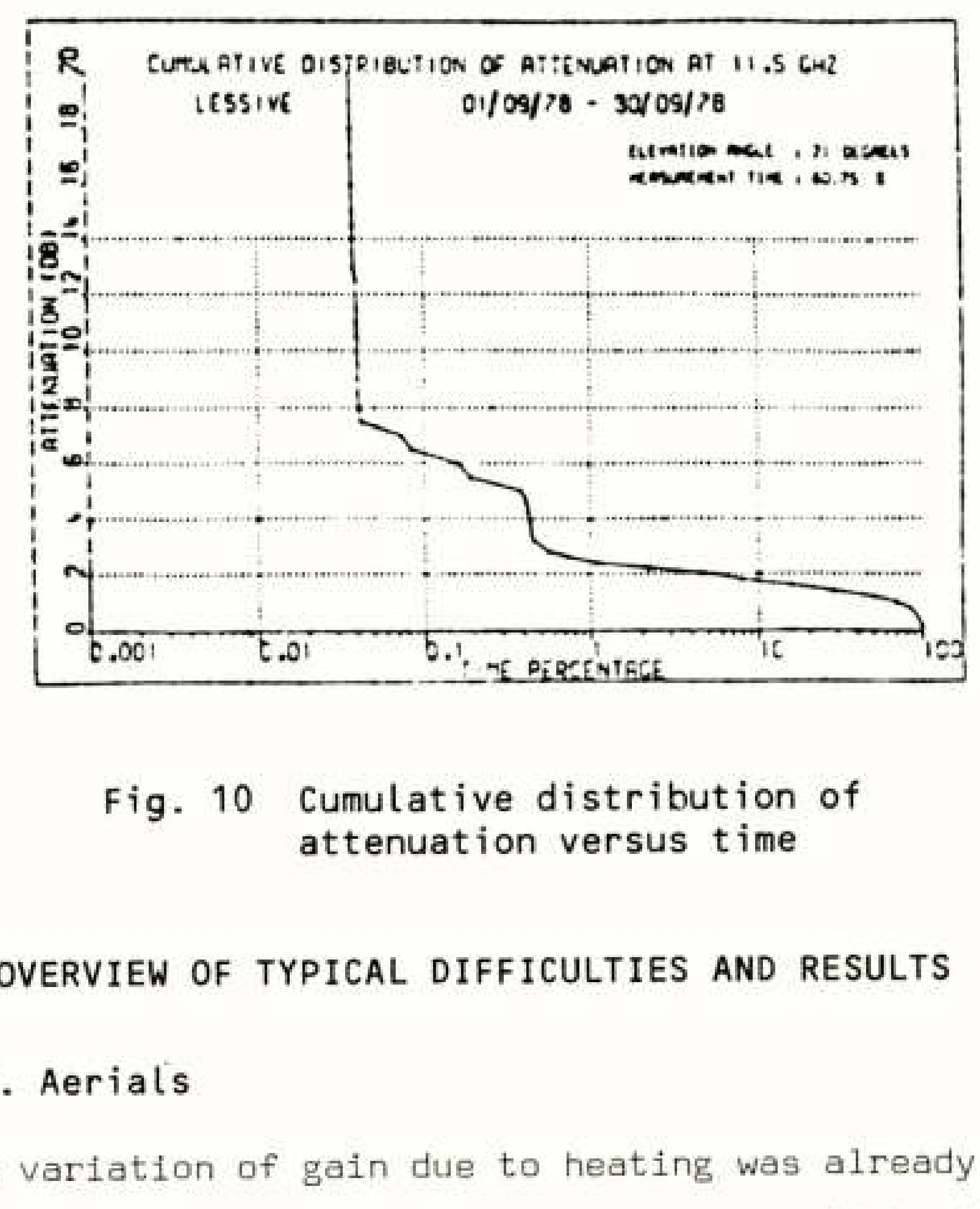


Fig. 10 Cumulative distribution of attenuation versus time

5. OVERVIEW OF TYPICAL DIFFICULTIES AND RESULTS

5.1. Aerials

The variation of gain due to heating was already mentioned. It can be taken into account by elimination of these periods from magnetic tapes.

The most difficult problem is the feeder window cleaning. The feeder is closed by a window and water and rime films provide high depolarisation levels. On figure 11, there is an example of the influence of manual cleaning on the window : it may correspond to a variation of 13 dB in XPD. This effect was observed at such a high level only in circular polarisation and not in linear one. Air pressurisation of the feeder did not eliminate the effect. During the summer 1979, air blowing was installed on the feeders of both main antennas. It consists of an aluminium circle 8 mm thick and 15 cm diameter positioned around the feeder window. It was observed that such a device cleans the feeder window very well so that no raindrops remain on it. The antenna

patterns were not perturbed and the strange XPD behaviors - like long steps which were sometimes observed earlier - do not appear.

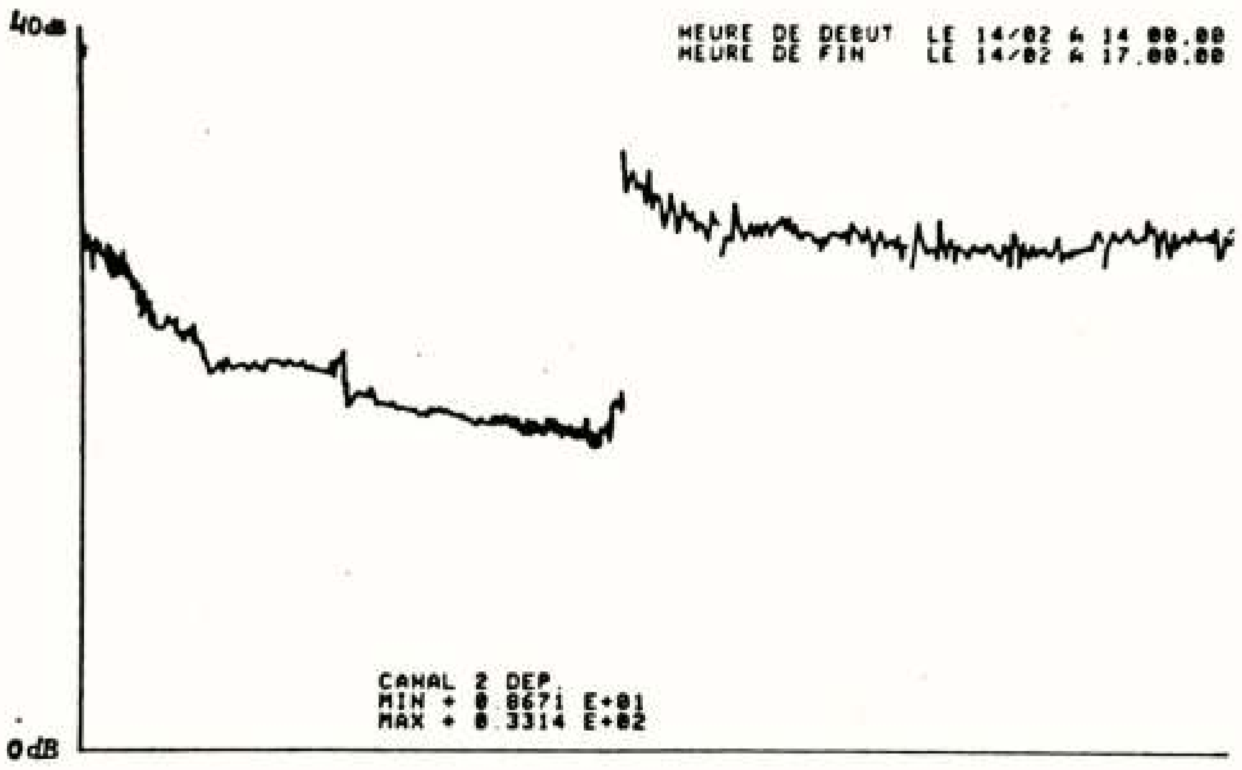


Fig. 11 Feeder cleaning

5.2. Equipment

One of the most important equipment problem is a variation of the gain of one channel relative to the other one. Such variations are not continuous. It is interesting to underline that they perturb measurements in the same way than the aerial mentioned problems. Powerful programs were developed to take those effects into account and automatically calibrate the data. Work is in progress in order to eliminate these perturbations.

5.3. Satellite beacon variations

They are of two kinds : antenna tests and power variations. The software developed yields in principle propagation data even in case of fast fluctuations. Such kind of compensation is very time-consuming and is not performed systematically. Moreover, it is not evident which value must be used to correct the data, power jumps indeed reported by various experimenters are often different for very distant locations.

On the other hand, the earth produces a conical shadow with respect to the sun, through which a geostationnary satellite pass every night during the equinox periods of March and September. This effect induces perturbations on the power received from O.T.S. at the earth stations. It was systematically analysed on data from B0 beacon. A comparison has been made |1| for the three available periods of eclipse on both co- and crosspolar levels. The center of the equinox falled respectively on 23/8/1978, 23/3/1979 and 23/9/1979. Several conclusions have been drawn :

- the copolar behavior of the spring eclipses is very different from those of both fall exlipses, which are rather similar
- this is not true for XPD
- superposing copolar attenuation curves for fall 1978 and fall 1979, shows no significant differences. The spring eclipses present additional peaks about one hour before the eclipse, and at the beginning and at the end of the eclipse. Those peaks disappear at the end of the equinox period
- on the other hand, the effect on XPD is about the same in 1979, and different from the fall 1978 measurements
- the behavior of channel 4 is similar to that of B0 but the amplitude of the decrease is greater : it reaches 0.7 dB while that on B0 reaches 0.5 dB. At the same time, there is an increase of 0.4 dB on $\overline{TM}$. The variation on channel 4 during the transition at the end of the eclipse is about twice faster than on channel $\overline{4}$.

As an example, figure 12 shows an eclipse fade of 0.5 dB, associated with an improvement of crosspolarisation from 23 dB to 30 dB. It must be underlined that the beacon power jumps very often with steps of some tenths of dB.

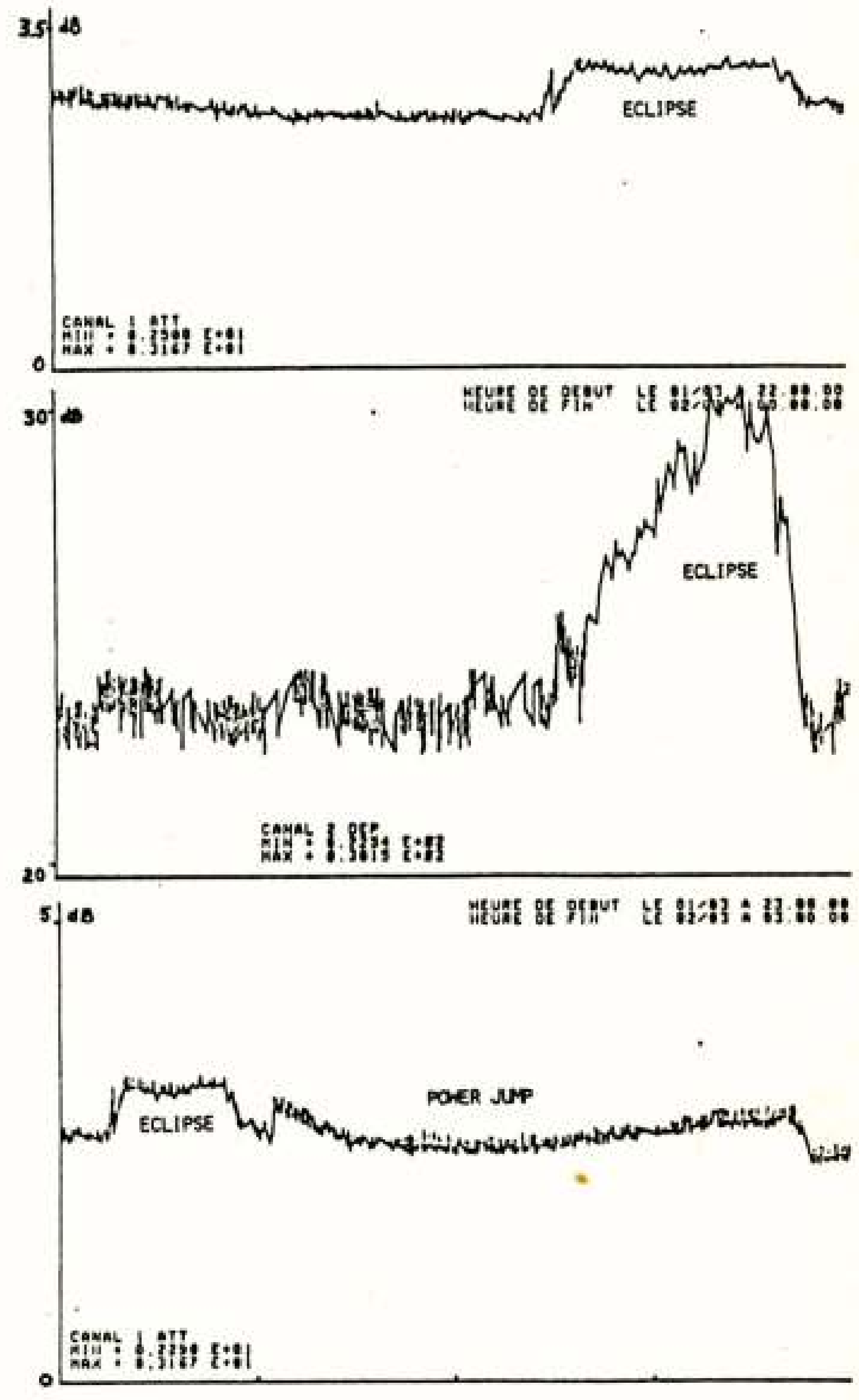


Fig. 12 Satellite eclipse Spring 1979

5.4. Data processing of the diurnal variations of B0

Diurnal variations due to satellite effects occur on the beacon B0. The peak-to-peak amplitude of such an effect may reach 1 dB or more and its influence on long term attenuation statistics is not negligible. A software cancellation of those effects is,hower possible because they do not vary rapidly. A computer program has been written to produce a "diurnal mean curve" which represents the "slow" variations of the copolar level. On such a curve, only clear sky periods have to be taken into account. To produce those, the 24 hours of the day are splitted in 96 periods of 15 minutes and a temporal mean value of the copolar level is calculated over each of those 96 intervals. A mean value of

these last ones falling respectively at the same time is taken over several days. A typical example is presented on figure 13.

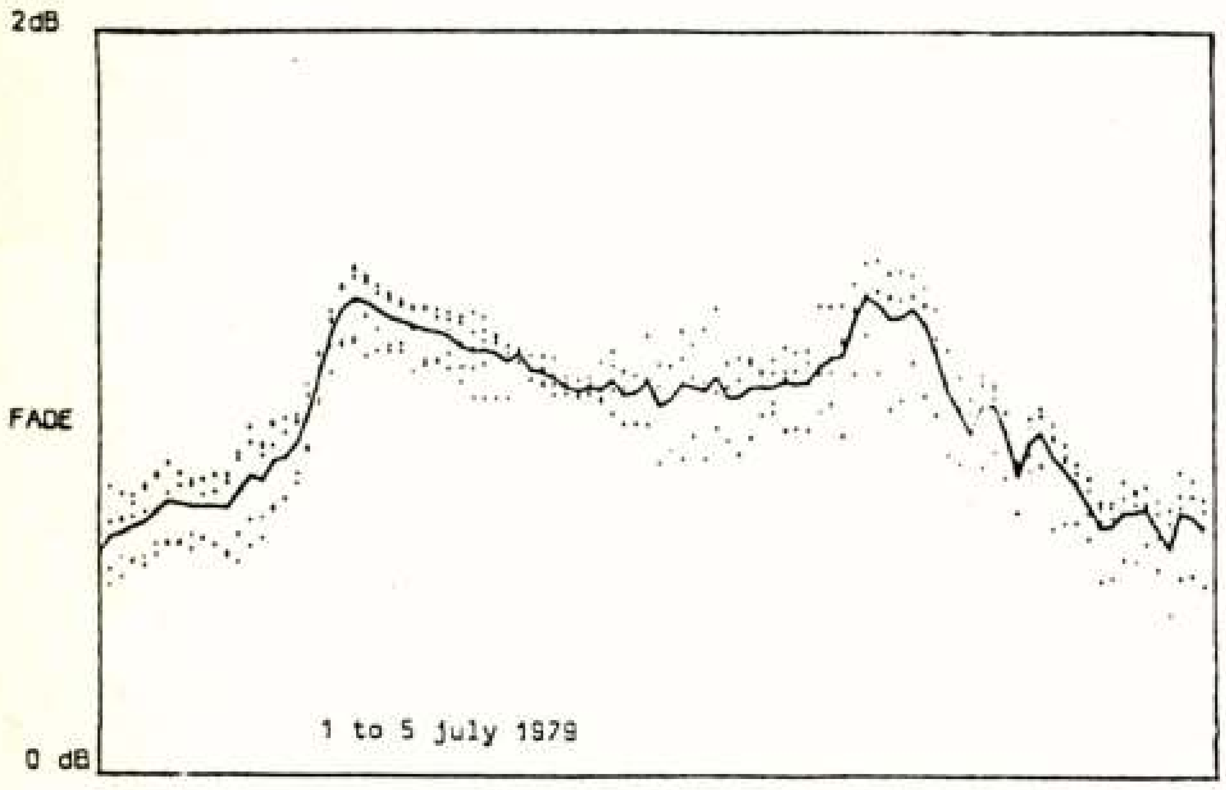


Fig. 13 Diurnal B0 mean curve

The cancellation of this variation is then performed by substracting (in decibels) the mean curve from the actually measured one. Such a processing is presented at figure 14 before and after correction. This "curve cleaning" has two effects. The first one is the elimination of the diurnal variations of the copolar level. The corrected curve (b) becomes relatively flat. The second one is the elimination of the long term drift of the satellite beacon power. If such a data processing is performed on not too long periods - less

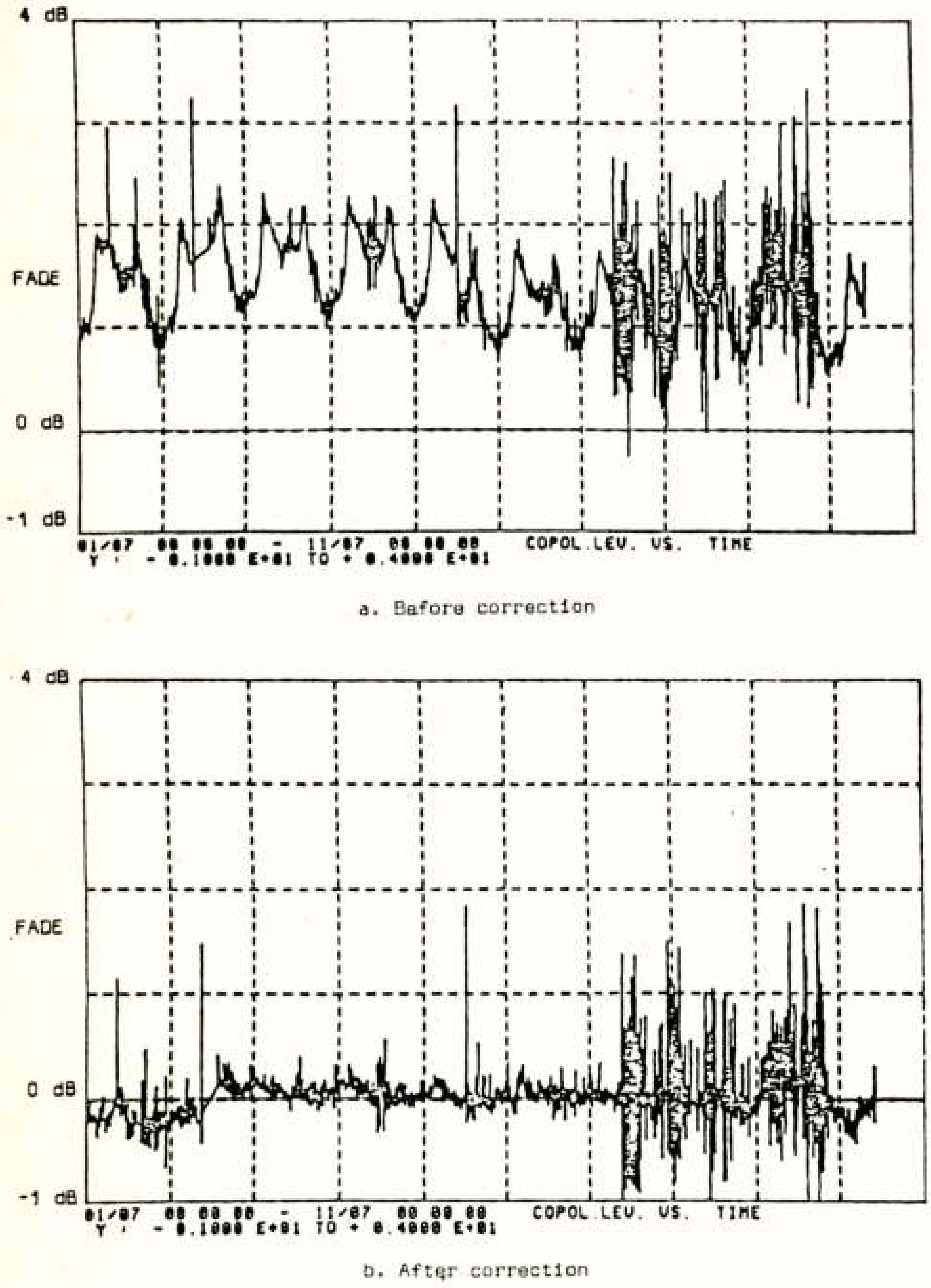


Fig. 14 "Clear-sky" correction on B0 (July 1979)

than one month - this drift is corrected step by step. There are still two difficulties :

- such a procedure eliminates the possibility of measuring the seasonal clear sky difference
- a small fade offset is necessary to avoid negative attenuation values.

The correction has been performed on copolar values. It is not possible yet to "define" an absolute mean crosspolar clear sky value. At the Lessive station, for instance, important diurnal variations of crosspolar isolation were observed. Only part of these variations can be explained by local conditions like high temperature difference between day and night. A contribution to such a phenomenon could be due to "clear sky" crosspolarisation varying in wide range.

5.5. Some events

Figure 15 shows a thunderstorm record on June 4, 1979, measured on B0 at Lessive : instantaneous rainfall reached a peak of 150 mm/h, attenuation was 11 dB, and XPD fell to 15 dB.

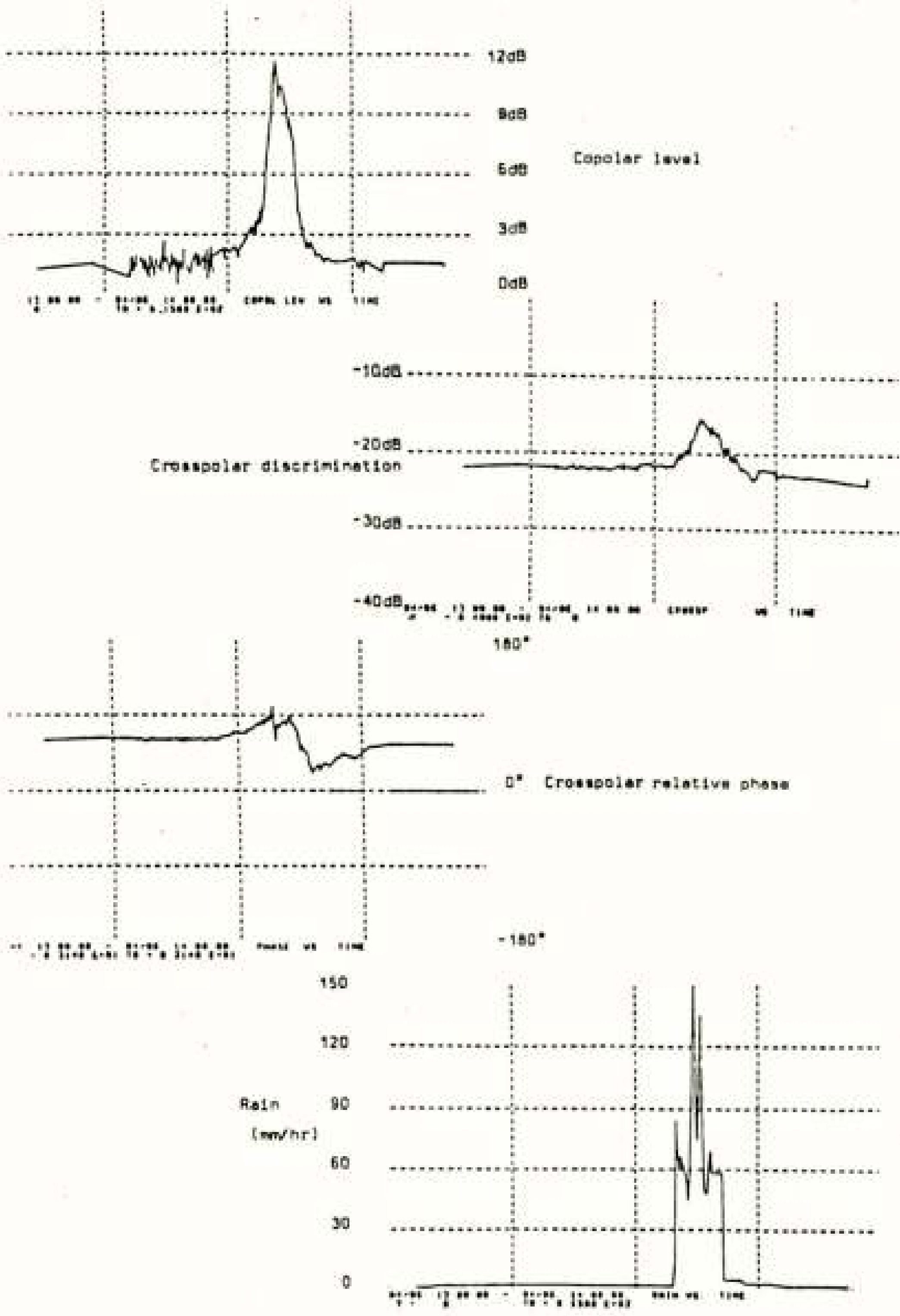


Fig. 15 Thunderstorm on B0 (June 4, 1979)

Figure 16 shows a heavy rain on October 3, 1979, measured on $\overline{TM}$ at Louvain-la-Neuve : the attenuation increased to 4 dB while XPD decreased of only a few dB.

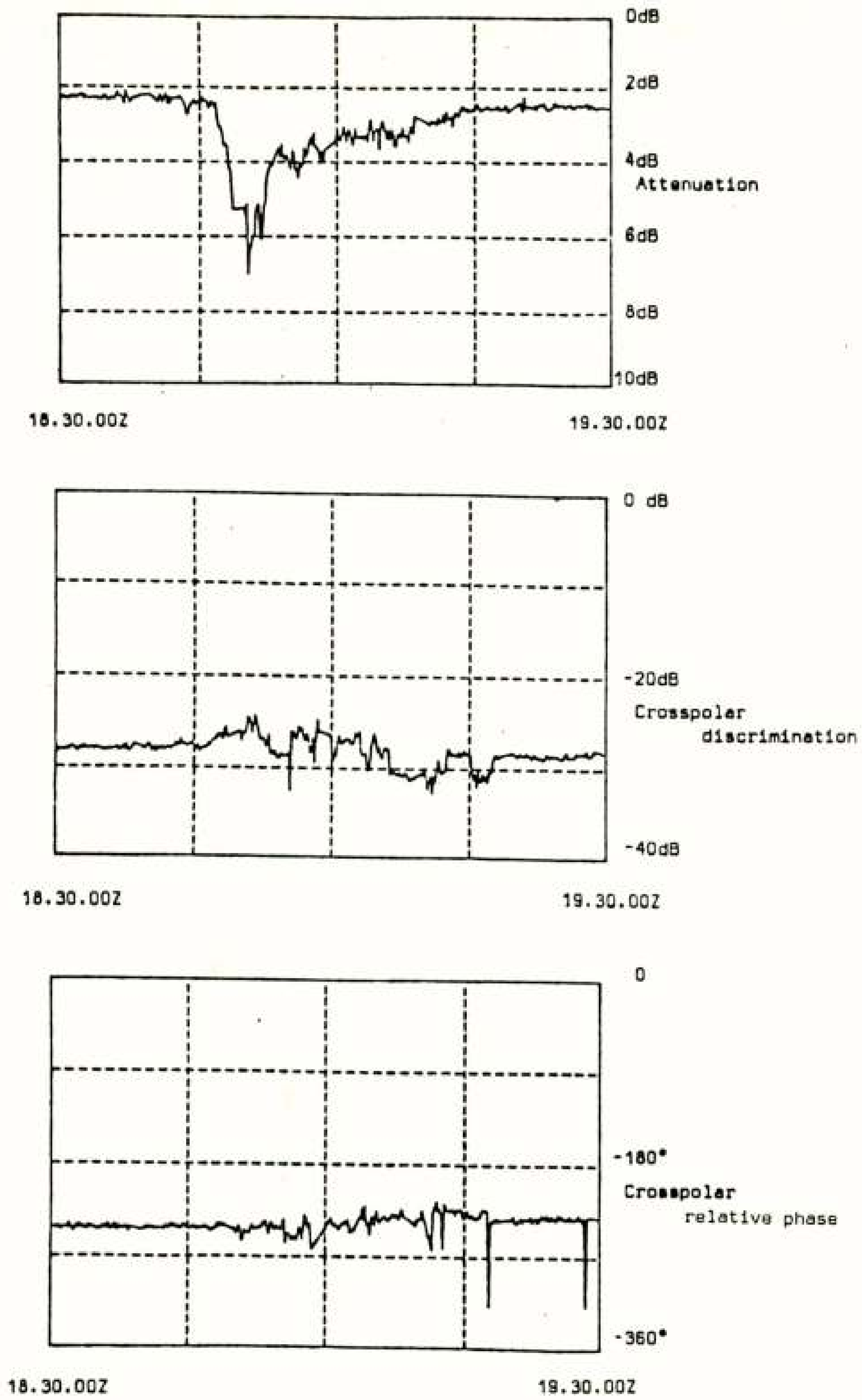


Fig. 16 Rain event on $\overline{TM}$ (October 3, 1979)

The remarkable 1978-79 winter conditions yield the possibility to record events while cleaning the dishes by di-icing. Figure 17 shows a melting snow event on BO with a fade of about 12 dB, with associated discrimination of 20 dB. De-icing shows that melting snow on

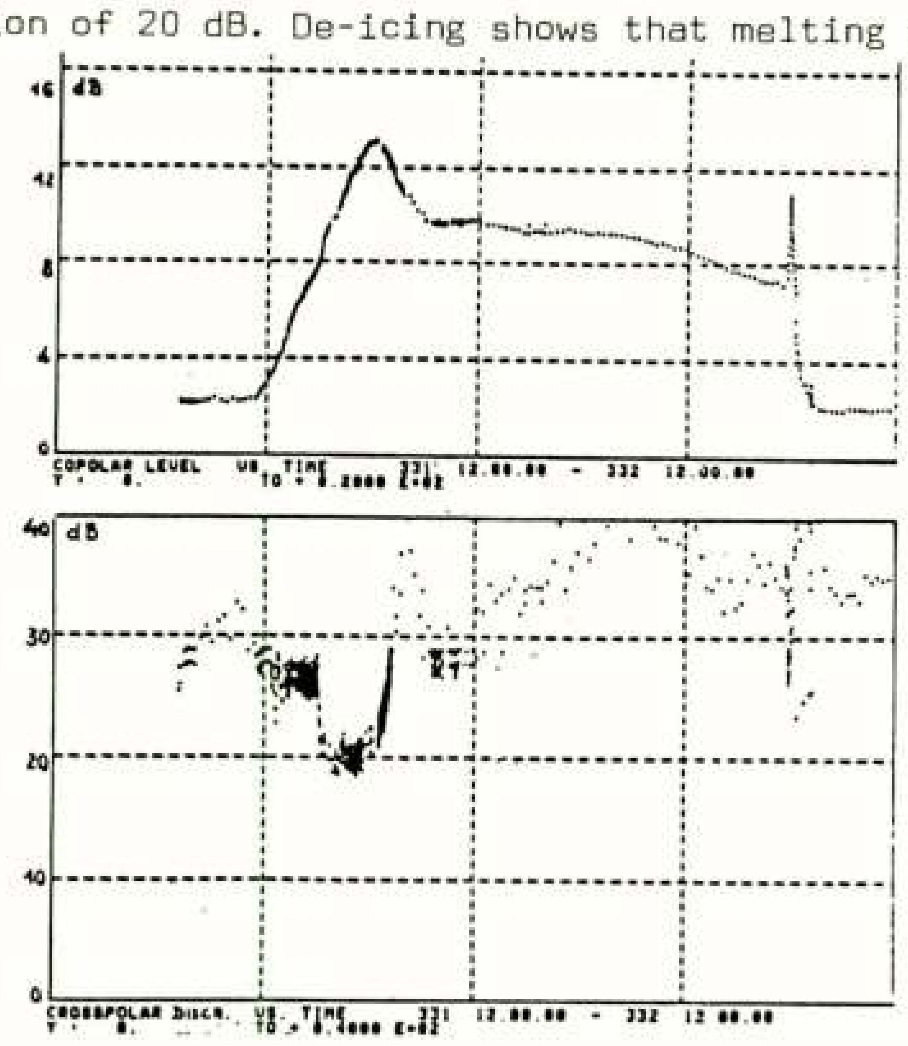


Fig. 17 Snow

the dish after the event introduced a residual attenuation of about 5 dB without higher depolarisation. A similar event on TM shows an even higher attenuation level of 21 dB with a residual dish attenuation of about 5 dB. Crosspolarisation decreased to 15 dB.

Scintillation effects were also observed. An example on BO is shown on figure 18. Such effects generally occur during the day, and sometimes during the night.

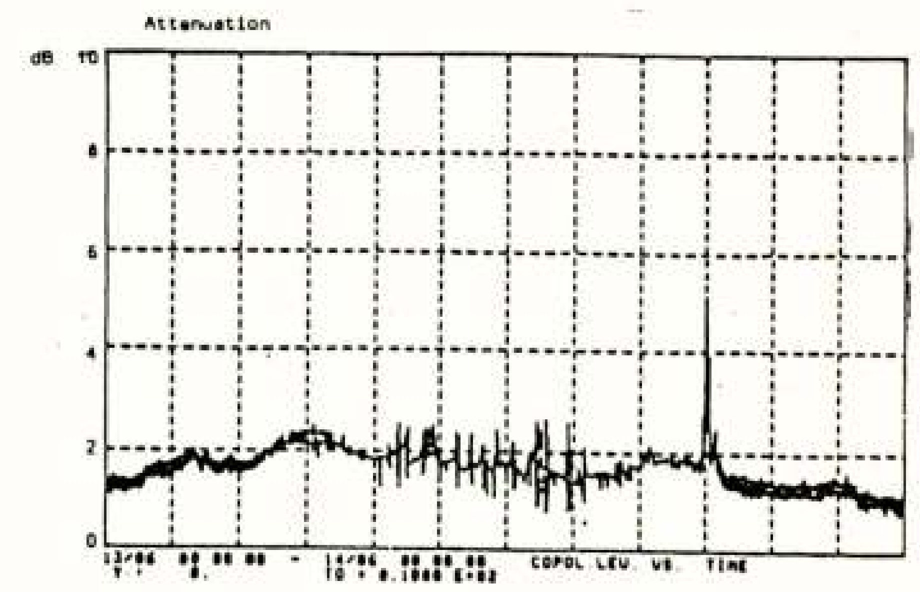


Fig. 18 Scintillations on BO (June 13, 1979)

5.6. Some statistical data

It is too early to give statistical data with a sufficient level of confidence. A calculation, however, based on data from January to September 1979, at Lessive, yields the following results

number of months	9
total number of days	273
average operating time	53.05 %
effective number of days	144.83
XPD better than - 24 dB for	77.32 % of time
XPD better than - 18 dB for	98.58 %
attenuation smaller than 1 dB for	73.31 %
attenuation smaller than 3 dB for	98.79 %

It shows that the degree of XPD affects more seriously the quality of the liaison than the attenuation effect : for a time percentage of 99 %, the attenuation is smaller than 3 dB while the circular crosspolarisation discrimination is better than only - 18 dB.

|1| P. Sobieski, D. Vanhoenacker, A. Laloux, "Preliminary results of propagation measurements on the O.T.S. beacon in Belgium", Proc. of the 4th Meet. O.T.S. experimenters, Stockholm, 18-19 October 1979.

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

PROPAGATIE ONDERZOEK MET DE SIRIO- EN OTS-SATELLIET.

ir. F. Zelders.
Dr. Neher Laboratorium - P.T.T.

In het nu volgende wordt een beeld gegeven van de stand van zaken van het satelliet-propagatie onderzoek,zoals dat door de nederlandse P.T.T.,in het bijzonder het Dr. Neher Laboratorium,wordt uitgevoerd in de frekwentieband van 10 GHz tot 20 GHz.

Inleiding.

De belangstelling voor de propagatie eigenschappen van de atmosfeer voor frekwenties boven 10 GHz is momenteel bijzonder groot in verband met de ontwikkeling van toekomstige satellietcommunicatie systemen welke gebruikt zullen gaan worden voor onder andere telefonie, telex,overdracht van televisiebeelden en van data.

Het doel van het propagatie onderzoek is,betrouwbare gegevens te verzamelen omtrent de demping,de depolarisatie van de radiogolven en andere effecten die optreden bij de voortplanting van radiogolven door de atmosfeer.Teneinde beslissingen te kunnen nemen ten aanzien van bijvoorbeeld de toepassing van "frequency reuse" zal men moeten kunnen beschikken over statistische gegevens van de invloed van de atmosfeer op de propagatie van radiogolven,omdat,zeker bij frekwenties boven 10 GHz,de invloed van de atmosfeer niet meer te verwaarlozen is.

Bij het ontwerpen van "earth-space verbindingen" moet rekening gehouden worden met verschillende effecten die de voortplanting van radiogolven door de atmosfeer nadelig beïnvloeden.

In de atmosfeer bevinden zich naast gassen (zoals zuurstof,waterstof,stikstof) en dampen (zoals waterdamp) ook zogenaamde "hydrometeoren" zoals regendruppels,sneeuw en hagelstenen.Deze gassen,dampen en hydrometeoren hebben ieder een specifieke invloed op de voortplanting van radiogolven.Bovendien zal,vanwege het feit dat de samenstelling van de atmosfeer voortdurend wijzigt,de genoemde invloed van moment tot moment veranderen.

Enkele effecten die optreden in de atmosfeer en die de kwaliteit van een radioverbinding beïnvloeden zijn absorptie,verstrooiïng en depolarisatie.Op ieder van deze effecten zal in het nu volgende iets dieper worden ingegaan.

Absorptie.

Ten gevolge van de in de atmosfeer aanwezige moleculen worden radiogolven gedempt doordat deze moleculen een deel van de energie van de radiogolf absorberen.De mate van absorptie is afhankelijk van de molecuulsoort.

Moleculen die van invloed zouden kunnen zijn, gezien de concentratie waarin zij in de atmosfeer voorkomen,kan men opsplitsen in twee categoriën.De eerste categorie bestaat uit de gassen O_3,NO,NO_2,N_2O,SO_2,CO en CO_2.

De tweede categorie bestaat uit H_2O in verschillende verschijningsvormen en O_2.

De eerste categorie levert een bijdrage tot de absorptie die minder dan 0.1 % bedraagt van het totaal,bij de voor ons van belang zijnde frekwenties.Er kan dus gesteld worden dat de aanwezigheid van zuurstof,waterdamp,wolken,mist, regen,sneeuw en hagel de belangrijkste factor is die bijdraagt tot de absorptie.Met uitzondering van de zuurstofconcentratie zijn de concentraties van de overige ,tot categorie twee behorende dampen,gassen en hydrometeoren, sterk tijdsafhankelijk.

De invloed van ijs (sneeuw,hagel) is,wat absorptie betreft,te verwaarlozen ten opzichte van de invloed van regen.

Omdat regendruppels niet ideaal bolvormig zijn, maar (ten gevolge van aerodynamische- en gravitatiekrachten) enigszins afgeplat,ondervinden bijvoorbeeld horizontaal gepolariseerde radiogolven een grotere demping dan verticaal gepolariseerde radiogolven.

Er bestaat een min of meer direct verband tussen regenintensiteit op het pad en de op het pad optredende demping ten gevolge van deze regen.

Ook waterdamp,mist en wolken kunnen demping van radiogolven veroorzaken.

Verstrooiïng.(scattering)

Ten gevolge van de aanwezigheid van moleculen in de atmosfeer treedt er naast absorptie een effect op dat kan leiden tot signaalverlies. Vooral de in de atmosfeer aanwezige hydrometeoren zoals regendruppels,sneeuw- en ijs-deeltjes zorgen er voor dat radiogolven,die zich door de atmosfeer voortplanten,verstrooid worden,zodat ten gevolge van deze verstrooiïng radiogolven ontstaan die zich in andere richtingen dan de oorspronkelijke voortplantingsrichting voortplanten.Voor de waarnemer resulteert dit in signaalverlies en wordt dus ervaren als demping van het signaal.Dit verstrooiïngs effect kan storing veroorzaken doordat radiogolven die bijvoorbeeld afkomstig zijn uit het straalverbindingsnet ontvangen worden door een grondstation dat is ingericht voor de ontvangst van satellietsignalen("interference").

Depolarisatie.

Een effect dat momenteel bijzonder de aandacht krijgt,is de depolariserende werking van de in de atmosfeer aanwezige hydrometeoren.Deplolarisatie is als volgt te omschrijven.Een deel van de energie,die uitgezonden wordt in de vorm van radiogolven met een bepaalde polarisatierichting,wordt door een of ander mechanisme omgezet in radiogolven die orthogonaal gepolariseerd zijn ten opzichte van de oorspronkelijke polarisatierichting.De orthogonale component die ten gevolge van depolarisatie ontstaat noemt men de kruispolarisatiecomponent.

Zoals al vermeld werd,zijn regendruppels niet zuiver bolvormig,maar enigszins afgeplat en vertonen zij een axiale symmetrie.Dit gegeven, gecombineerd met een niet-random verdeling van de oriëntatie van de symmetrie-assen van de druppels,is de oorzaak van de depolariserende invloed van regen op radiogolven.Het effect, ten gevolge van depolarisatie door regen,is afhankelijk van de ruimtelijke oriëntatie van de radiogolven,de regendruppelgrootte verdeling, de uitgestrektheid van de regenbui en is ook afhankelijk van de golflengte van de radiogolven.

Naast regendruppels kunnen ook ijsdeeltjes,die zich in de hogere lagen van de atmosfeer bevinden,depolarisatie van radiogolven veroorzaken. Kenmerkend voor depolarisatie door ijsdeeltjes is,dat een hoge mate van depolarisering van radiogolven kan optreden zonder dat een hoge mate van absorptie (dus demping) optreedt.

Een voorbeeld hiervan wordt later getoond.

Voor frekwenties hoger dan 14 GHz kan de depolarisatie ten gevolge van ijsdeeltjes gaan domineren over depolarisatie ten gevolge van regen.

Naast de drie bovengenoemde,treden er nog effecten op zoals scintillatie ten gevolge van kleinschalige brekingsindex-variaties van de atmosfeer en de emissie van thermische ruis.

Meetmethoden.

Om systeemontwerpers bruikbare gegevens te verschaffen met betrekking tot bijvoorbeeld het dempingsgedrag en kruispolarisatiegedrag van een radioverbinding tussen satelliet en grondstation voor een bepaalde frekwentie,zullen we in staat moeten zijn de genoemde effecten te kunnen voorspellen.Een goede predictie is slechts dan mogelijk,als de verschijnselen gedurende een lange periode gemeten en daarna geanalyseerd worden.Een lange onderzoekperiode is noodzakelijk omdat de statistiek primair wordt bepaald door de weersomstandigheden,waarvan de statistiek eerst over meerdere jaren gemeten een stabiel beeld vertoont.

Angezien het vrijwel ondenkbaar is,dat gedurende een lange periode (een aantal jaren) onafgebroken een (experimentele) satelliet beschikbaar zal zijn,die uitgerust is met apparatuur die geschikt is voor het verrichten van propagatiemetingen bij de gewenste frekwenties en polarisaties,zal men andere methoden moeten toepassen om de statistische verdelingen van de verschillende grootheden over een lange periode te bepalen.

Een in de praktijk toegepaste methode is een indirecte meetmethode.Deze methode behelst dat met behulp van experimentele satellieten de onderlinge relaties van de te onderzoeken grootheden worden bepaald. Daarnaast wordt gezocht naar een relatie tussen de "direct" gemeten grootheid (bijv. de paddemping) en een "indirect" gemeten grootheid zoals de regenintensiteit,de atmosferische ruis of de reflectivity van de atmosfeer op het pad welke respectievelijk gemeten kunnen worden met een regenintensiteitsmeter,een radiometer en een weerradar.Met behulp van de,uit indirecte meetmethoden verkregen statistiek,die verzameld kan worden zonder dat er een satellietverbinding wordt gerealiseerd,is het dan mogelijk de statistiek af te leiden van bijvoorbeeld de paddemping.

Met behulp van de relaties tussen de overige grootheden en de paddemping, zoals die bepaald zijn tijdens metingen met behulp van de satelliet, kunnen dan van de overige grootheden de statistische verdelingen worden bepaald.

Resultaten.

Nu volgen enkele voorbeelden van relaties zoals die bepaald zijn tijdens diverse experimenten die door het Dr. Neher Laboratorium zijn uitgevoerd. Eveneens worden enkele statistieken getoond, die daaruit afgeleid zijn.

Radiometermetingen.

Met behulp van metingen, uitgevoerd met een radiometer, waarvan de hoofdbundel van de antenne gericht was langs het SIRIO-satelliet pad (27.5° elevatie) zijn scatterdiagrammen geconstrueerd van de uit de gemeten antennetemperatuur afgeleide paddemping en de werkelijk op dat pad optredende demping van het SIRIO baken.

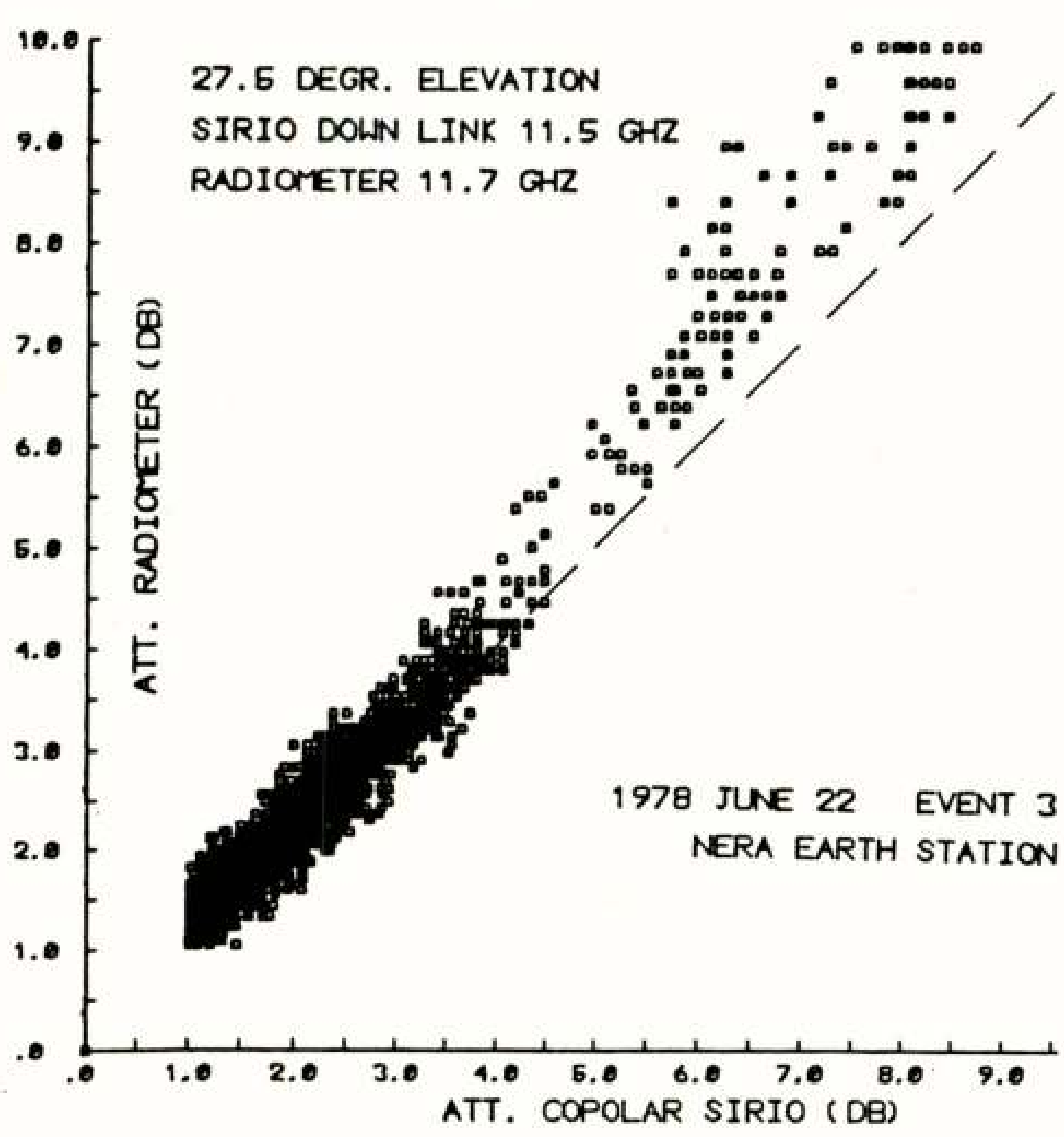


fig 1. Scatterdiagram van m.b.v. radiometer voorspelde- en werkelijke demping.

Bovenstaande figuur is een voorbeeld van een dergelijk scatterdiagram, waaruit blijkt dat momentaan de relatie tussen de indirect gemeten demping en de direct gemeten demping vrij eenduidig is. De wijze waarop, uit de met de radiometer gemeten antennetemperatuur, de paddemping wordt afgeleid, wordt niet verder toegelicht. Voor hogere dempingswaarden blijkt dat de correlatie tussen beiden minder sterk wordt. Algemeen kan gesteld worden dat radiometermetingen bruikbaar zijn voor predictie van paddemping tot dempingswaarden van ca. 10 dB.

De belangstelling gaat uit naar de staistiek van de paddemping en wel in het bijzonder de cumulatieve verdeling van de paddemping. Voor het bepalen van de cumulatieve verdeling van de paddemping is gebruik gemaakt van radiometergegevens, verzameld over een lange periode, en de gegevens zoals die verzameld zijn tijdens metingen die uitgevoerd werden met de SIRIO satelliet. Over de gehele waarnemingsperiode van de SIRIO satelliet is de cumulatieve verdeling bepaald van de paddemping van het circulair gepolariseerde baken op 11.45 GHz. Over dezelfde meetperiode is de cumulatieve verdeling bepaald van de uit de antenneruistemperatuur afgeleide paddemping. De antenneruistemperatuurmetingen werden uitgevoerd met een radiometer op 11.75 GHz, die gericht was langs het SIRIO-pad.

Als men in een figuur die waarden, uit de cumulatieve verdelingen van gemeten paddemping en van de met de radiometer bepaalde paddemping, tegen elkaar uit zet welke gedurende hetzelfde percentage van de tijd werden overschreden, dan blijkt dat de correlatie tussen de direct gemeten en indirect gemeten demping zeer groot is.

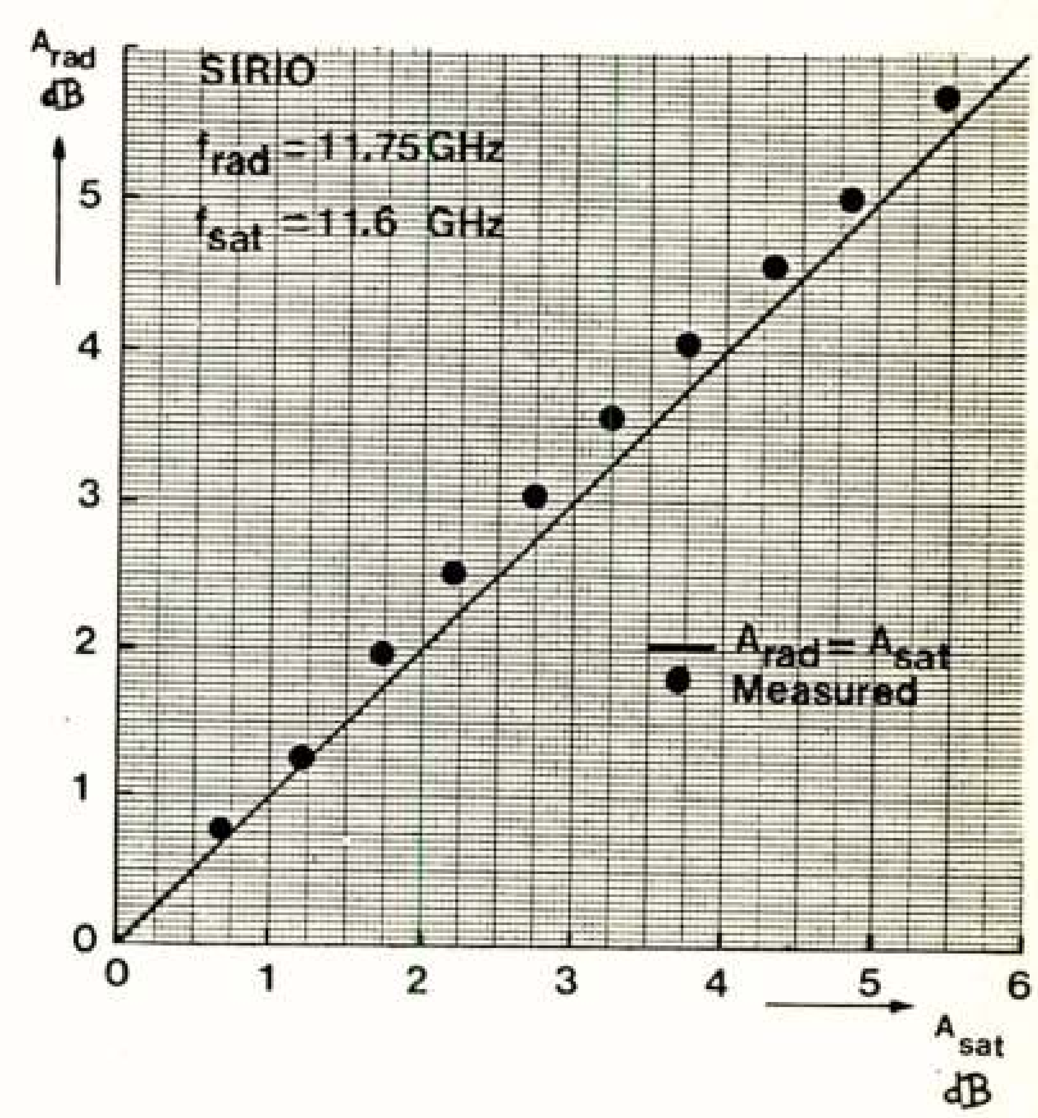


fig 2. Relatie tussen de met behulp van de radiometer bepaalde paddemping en de werkelijk opgetreden demping.

De cumulatieve verdeling van de antennetemperatuur van de 11.75 GHz radiometer, zoals die gemeten is in de periode waarin de bakens van de SIRIO-satelliet werden ontvangen, kan nu "vertaald" worden naar de cumulalatieve verdeling van de paddemping zoals die in de genoemde periode is geweest.

Figuur 3 geeft een beeld van deze op indirecte wijze bepaalde cumulatieve verdeling van de paddemping (getrokken curve).

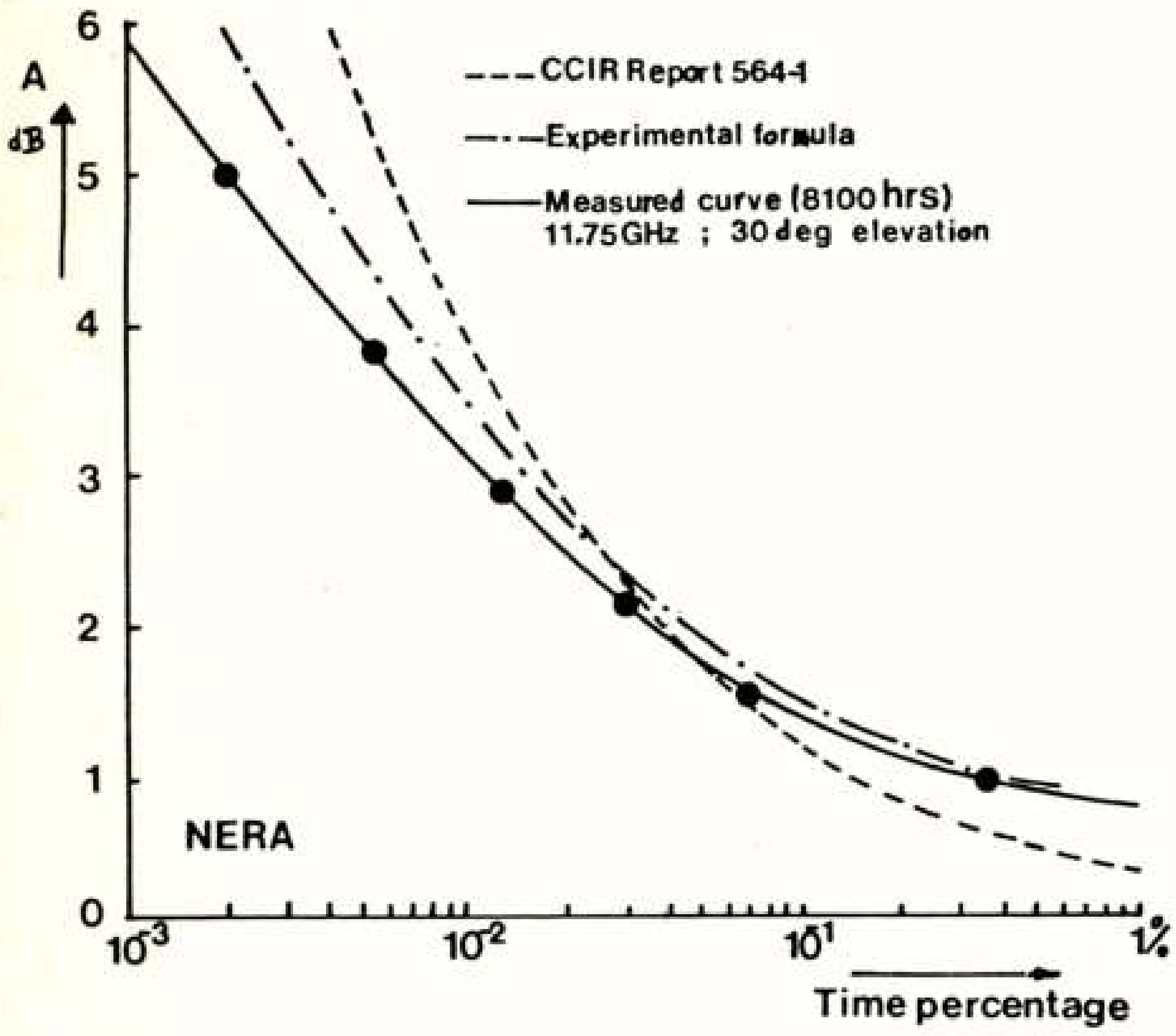


fig 3. Cumulatieve verdelingen van de paddemping ,bepaald volgens een drietal methoden. (11.75 GHz)

Regenintensiteitsmetingen.

Gedurende dezelfde meetperiode is ook de cumulatieve verdeling bepaald van de regenintensiteit bij het grondstation. Figuur 4 toont een aantal punten uit deze verdeling. Daarnaast is in deze figuur de cumulatieve verdeling afgebeeld van de regenintensiteit die verzameld is met behulp van een regenmeternetwerk dat opgesteld was in een gebied dat 30 km verwijderd is van het grondstation. Het betrof een periode

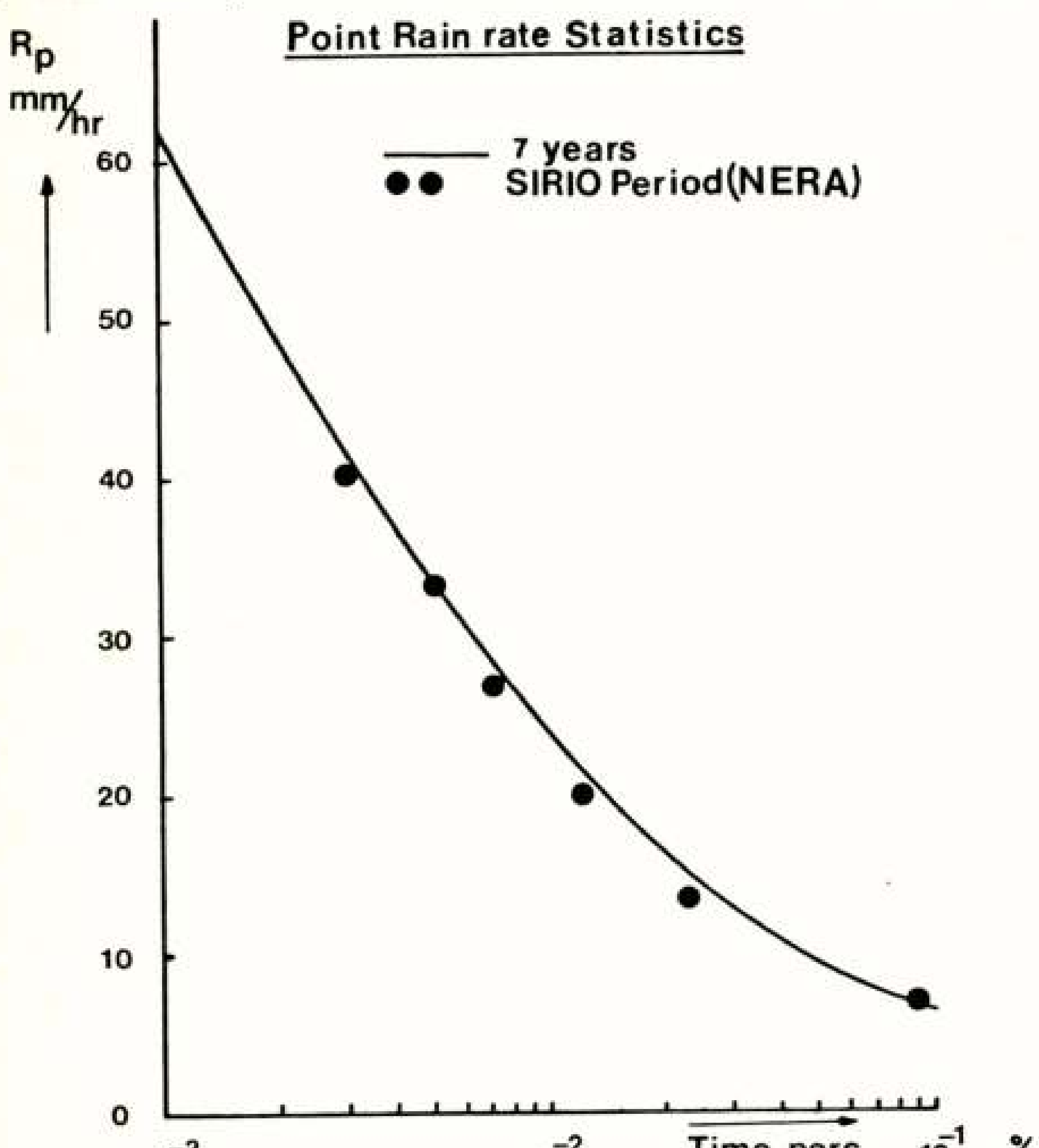


fig 4. Cumulatieve verdelingen van regen.

van zeven jaren. Deze figuur geeft een indicatie dat de periode waarin metingen werden verricht met behulp van de SIRIO satelliet representatief zou kunnen zijn voor het klimaat (wat regen betreft) van het gebied waar het grondstation is geplaatst.

Zoals al vermeld bestaat er een min of meer direct verband tussen de statistiek van de regenintensiteit (point rain rate) en de statistiek van de paddemping ten gevolge van regen.

C.C.I.R. recommendeert een methode voor de predictie van demping ten gevolge van regen met behulp van de regenintensiteits statistiek.

De C.C.I.R. relatie luidt:

$$A_{regen} = 0.2 * (R_p)^{0.95} \quad \text{dB} \qquad (1)$$

waarin A_{regen} de demping ten gevolge van de regenintensiteit R_p ($^{mm}/$uur) voorstelt.

De regenintensiteitstatistiek zoals afgebeeld in figuur 4 is met behulp van bovenstaande relatie (1) vertaald naar de statistiek van de paddemping. Het resultaat is eveneens in fig. 3 afgebeeld (streeplijn). Uit de figuur blijkt dat voor tijdspercentages kleiner dan 0.03 % dempingswaarden worden genoemd die te groot zijn, terwijl voor tijdspercentages groter dat 0.1 % de C.C.I.R. relatie een te lage dempingswaarde voorspelt.

Wanneer de regenintensiteitsstatistiek, zoals die in de nabijheid van het grondstation is bepaald, wordt gecorreleerd met de in dezelfde periode verzamelde dempingstatistiek, dan leidt dit tot een relatie die afgebeeld is in figuur 5.

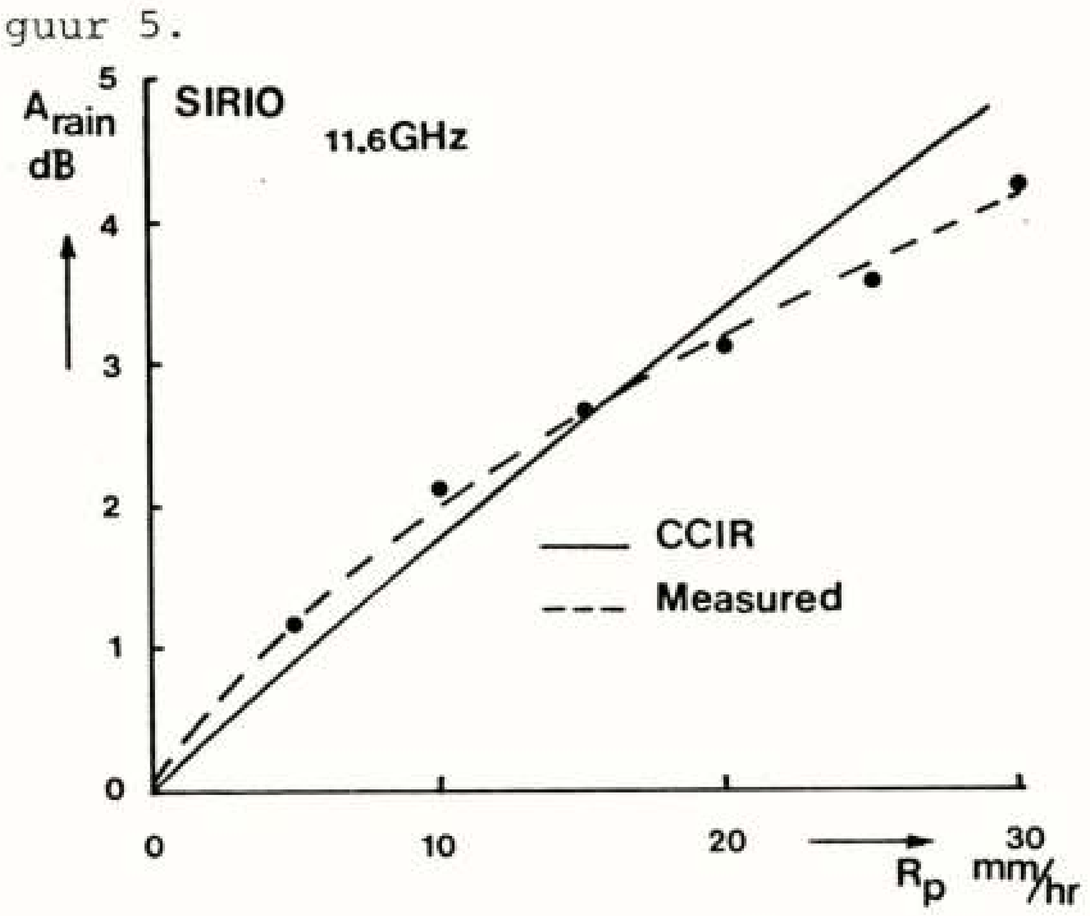


fig 5. Relatie regenintensiteit-demping volgens vergelijking (1) en (2).

De op deze wijze bepaalde curve heeft de volgende analytische uitdrukking:

$$A_{regen} = 0.39 * (R_p)^{0.7} \quad \text{dB} \qquad (2)$$

Wanneer deze relatie(2) gebruikt wordt om de gemeten regenintensiteitstatistiek te vertalen naar de statistiek van de demping,dan ontstaat een curve die eveneens is afgebeeld in figuur 3 (streep-stip lijn).Deze experimenteel bepaalde relatie tussen regenintensiteit en demping lijkt een betere relatie te zijn voor de predictie van demping ten gevolge van regen,dan de relatie zoals die door C.C.I.R. wordt aanbevolen.Er moet echter opgemerkt worden dat dit resultaat verkregen werd uit gegevens die verzameld werden gedurende een relatief korte periode,zodat enige voorzichtigheid op zijn plaats is.Metingen,uitgevoerd door anderen in europa, leiden echter tot resultaten welke grote overeenkomst vertonen met de relatie zoals beschreven in vergelijking (2).

Een ander onderwerp dat de aandacht krijgt betreft de mogelijkheid om metingen,uitgevoerd bij een bepaalde frekwentie,te vertalen naar andere(hogere) frekwenties.Voordat metingen met de SIRIO-satelliet werden uitgevoerd,is met behulp van een tweetal radiometers,respectievelijk in de 11.7 GHz en de 17.6 GHz band, op indirecte wijze de paddemping geregistreerd. Met behulp van de verzamelde gegevens is het mogelijk om de dempingsrelatie voor deze twee frekwenties te bepalen.Door middel van correlatie van de beide cumulatieve verdelingen van de radiometers (verzameld over een periode van 7100 uur) werd de volgende relatie gevonden:

$$A_{rad,17.6} = 2.45 * A_{rad,11.75} \qquad (3)$$

Volgens de C.C.I.R. aanbevelingen bedraagt de verhouding,afhankelijk van de regenintensiteit, tussen 2.3 en 2.6 .Het resultaat is grafisch weergegeven in figuur 6.

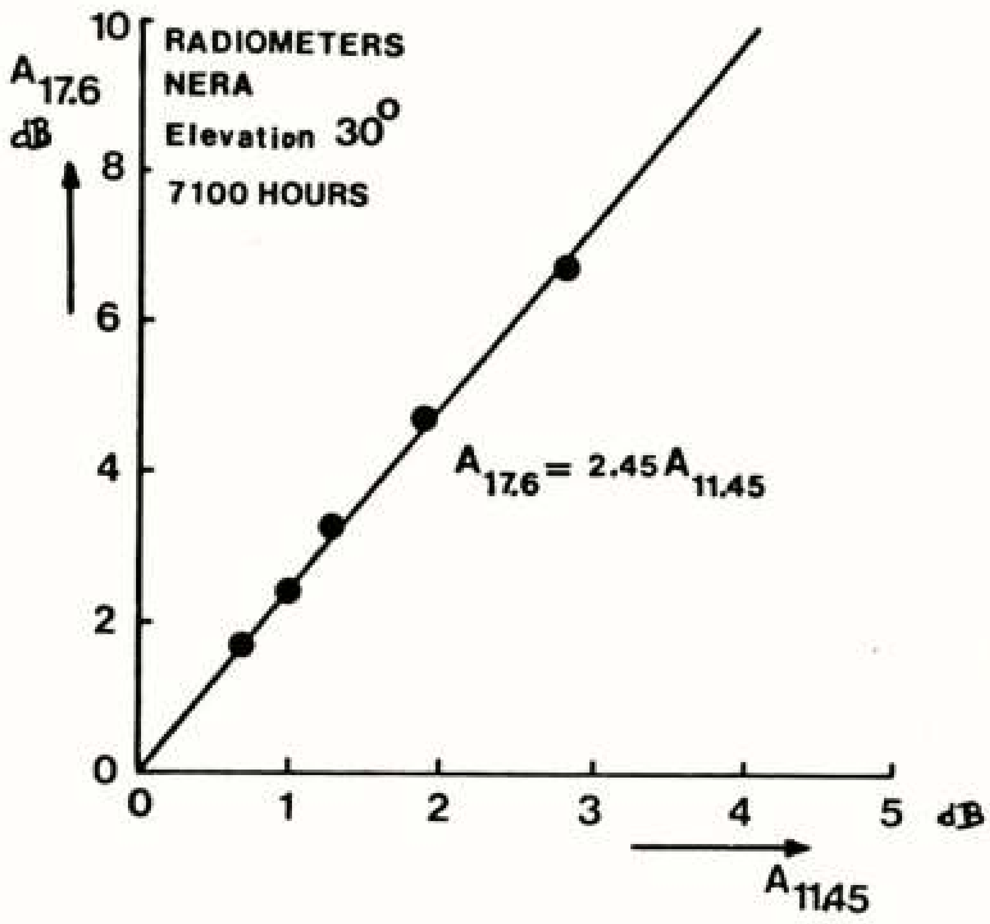


fig 6. Relatie tussen $A_{rad,17.6}$ en $A_{rad,11.75}$

Met behulp van de OTS-satelliet is het mogelijk om de relatie tussen de dempingswaarden voor verschillende frekwenties op directe wijze te bepalen,omdat simultaan de demping van het circulair gepolariseerde downlinkbaken op 11.8 GHz en de demping van de circulair gepolariseerde uplink op 14.5 GHz gemeten kan worden.De verhouding ligt in het gebied 1.5 - 1.6.

Kruispolarisatiemetingen.

Ter verdubbeling van de capaciteit van een radioverbinding als transmissiekanaal kunnen twee orthogonale polarisaties worden toegepast (frequency re-use).Ten gevolge van het feit dat zendsysteem,ontvangsysteem en het medium tussen zender en ontvanger een depolariserende invloed hebben op de radiogolven,zal er overspraak optreden van een polarisatierichting naar de orthogonale polarisatierichting.Het is van belang om de mate van depolarisatie te kennen,omdat dit een gegeven is dat gebruikt moet worden bij het dimensioneren van communicatie systemen waarbij frequency re-use wordt toegepast.
Het OTS experiment biedt de mogelijkheid om een vergelijking te maken met betrekking tot het depolarisatie effect voor verschillende frekwenties en verschillende polarisaties.Naast de in het voorgaande genoemde circulair gepolariseerde bakens zendt de OTS satelliet een lineair gepolariseerd baken uit met een frekwentie van 11.6 GHz.Ook uit de gegevens die verzameld zijn tijdens het SIRIO experiment zijn bepaalde conclusies te trekken omtrent de depolariserende invloed van de atmosfeer op radiogolven.Alvorens enige resultaten te tonen is het noodzakelijk om een grootheid te noemen die gehanteerd wordt om de mate van depolarisatie te beschrijven.Het zal duidelijk zijn dat de verhouding van het nivo van de kruispolarisatiekomponent en het nivo van de hoofdpolarisatiecomponent een maat is,die van belang is voor de bruikbaarheid van een communicatiesysteem.Deze verhouding wordt aangeduid met de "kruispolarisatie discriminatie" (X.P.D.) welke uitgedrukt wordt in decibells (dB's).De XPD is de verhouding van het vermogen dat aan de uitgang van een systeem in het kruispolarisatiekanaal beschikbaar is en het vermogen dat aan de uitgang van het systeem in het hoofdpolarisatie kanaal beschikbaar is,in het geval dat alleen aan de ingang van het systeem vermogen wordt geïnjecteerd in het hoofdpolarisatiekanaal.
In het voorgaande is al vermeld dat vooral regen bijdraagt tot de depolarisatie van radiogolven.

Het ligt voor de hand om een relatie te zoeken tussen demping en XPD.
Voor de atmosferische bijdrage tot depolarisatie van radiogolven met frekwenties groter dan 8 GHz wordt in C.C.I.R. verband een relatie tussen XPD en paddemping aanbevolen die de volgende gedaante heeft:

$$XPD = U + 20 \log (A_{atm}) \quad dB \qquad (4)$$

waarin A_{atm} de demping op het pad en

$$U = 30\log(F) - 40\log(\cos(E)) - 20\log(\sin(2\tau))$$

een term is die afhankelijk is van de frekwentie (F) van de radiogolven, de elevatie (E) van het pad en de zogenaamde polarisatie-tilthoek (τ), welke voor circulair gepolariseerde radiogolven 45^0 bedraagt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze relatie alleen gebruikt mag worden indien er sprake is van depolarisatie ten gevolge van regen. De invloed van ijsdeeltjes die eventueel in de hogere lagen van de atmosfeer aanwezig zijn en de invloed van het zend- en ontvangsysteem zijn niet in rekening gebracht.
Voor het circulair gepolariseerde baken van de SIRIO-satelliet (F=11.6 GHz; E=27.5^0) wordt de relatie tussen XPD en A volgens verg (4) herleidt tot:

$$XPD = 34 - 20 \log (A_{atm}) \quad dB \qquad (5)$$

Dat deze relatie (5) zelfs momentaan geldt, mag blijken uit het scatterdiagram dat gemaakt is met behulp van gegevens die verzameld zijn tijdens een "SIRIO-event" en dat gekenmerkt werd door hevige regenval (fig 7).

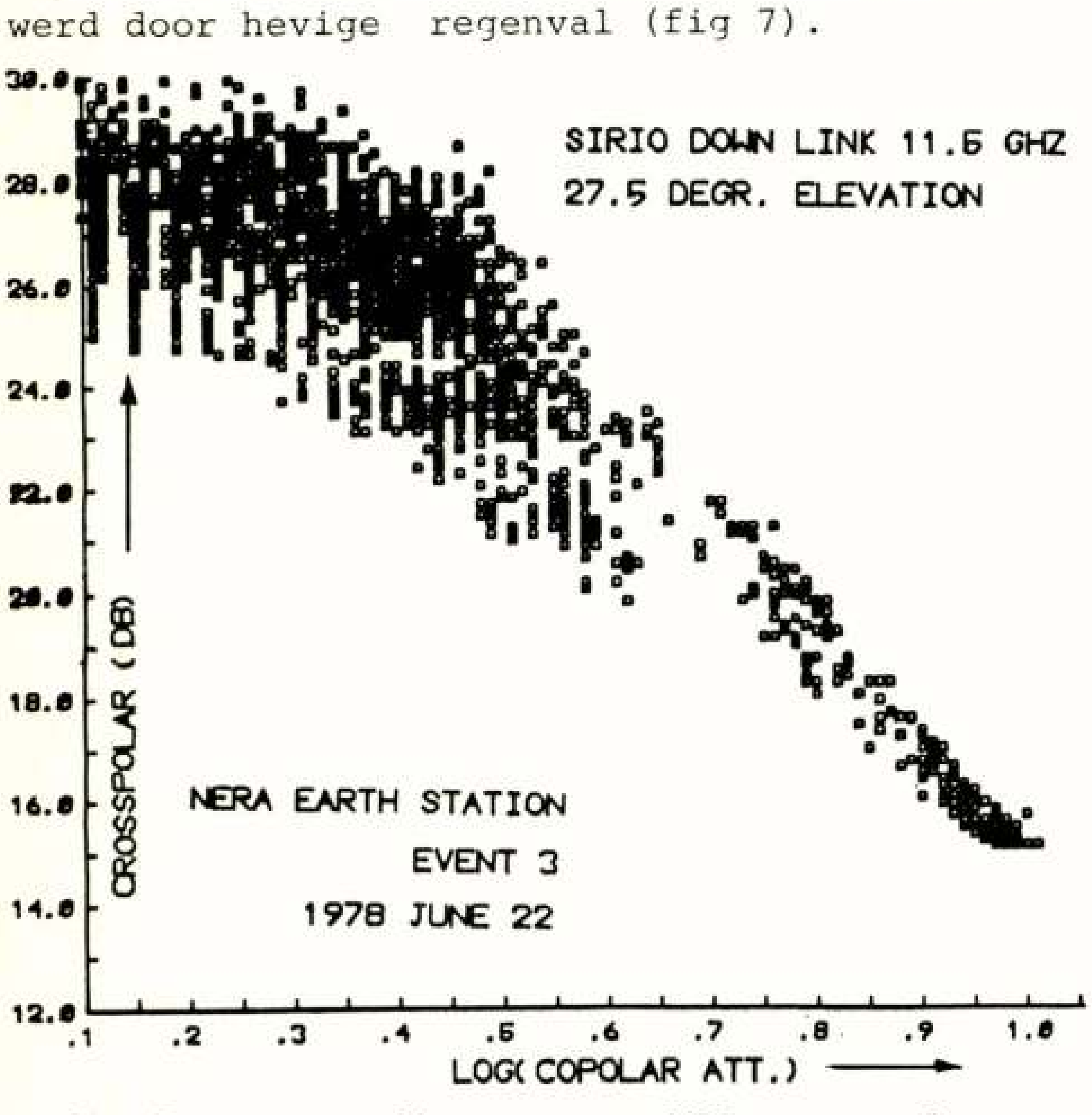


fig 7. Scatterdiagram van XPD versus A_{atm}

Uit de beschikbare gegevensset, zoals die is verzameld tijdens metingen met de SIRIO satelliet, is door middel van correlatie van de cumulatieve verdeling van de XPD en de cumulatieve verdeling van de paddemping een relatie bepaald tussen beide grootheden. Figuur 8 toont, naast de relatie volgens vergelijking (5), een aantal punten welke corresponderen met die waarden van XPD en paddemping (A) die in de cumulatieve verdelingen gedurende dezelfde tijdpercentages respectievelijk werden onderschreden en overschreden.

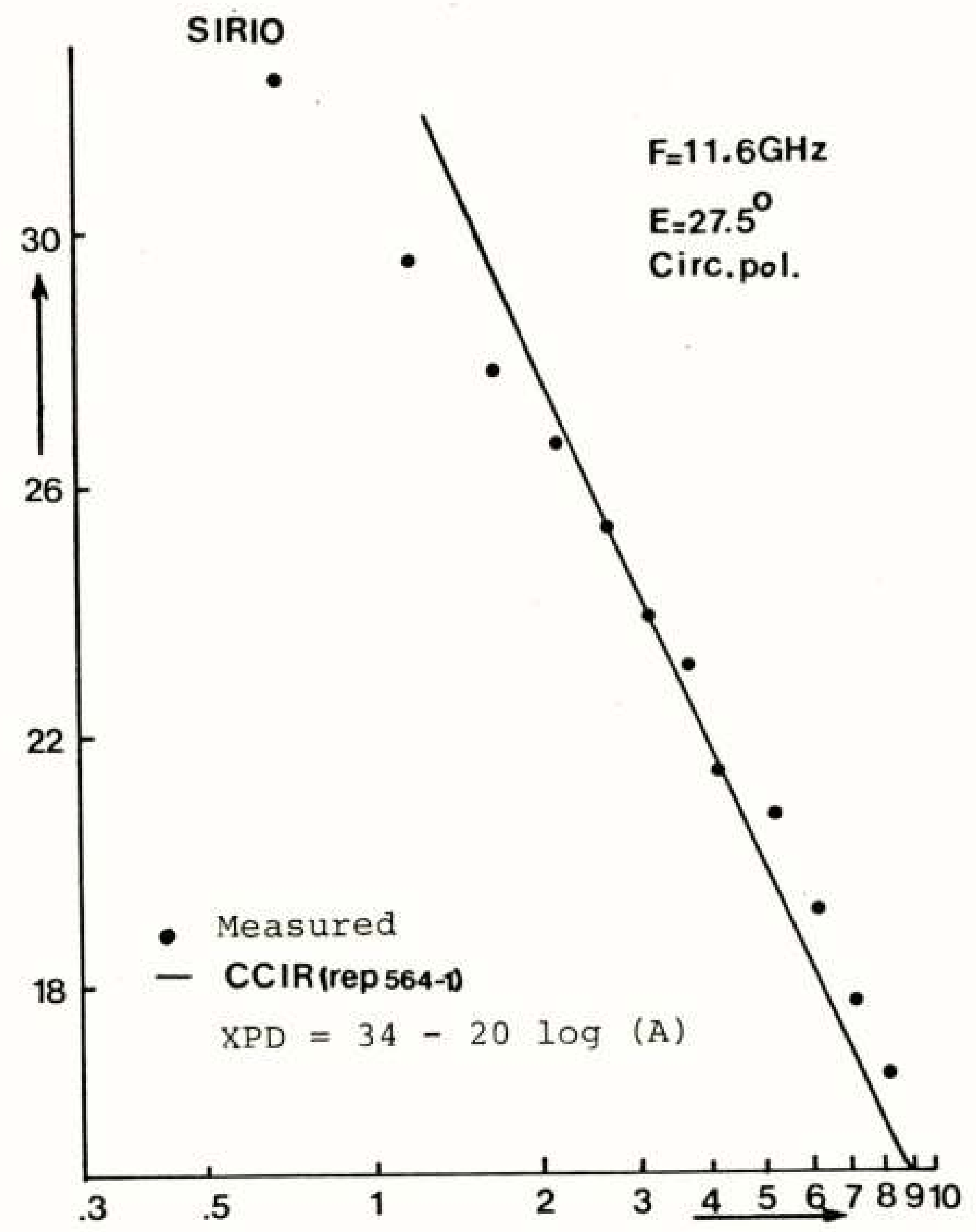


fig 8. Relatie tussen XPD en A (SIRIO)

Uit de figuur blijkt, dat voor dempingswaarden groter dan 2 dB, de punten ten hoogste 0.5 dB afwijken van de C.C.I.R. curve.
Er moet worden opgemerkt dat het nominale nivo van de XPD (dat is het nominale nivo van de XPD tijdens clear sky condities) varieërde tussen 28 en 40 dB hetgeen te wijten is aan variaties in het zend- en ontvangsysteem. Een tweede opmerking die gemaakt moet worden is dat de gegevens betrekking hebben op events die gekenmerkt werden door regen.
Dat de correlatie tussen XPD en demping niet altijd zo sterk is mag blijken uit een "event" dat geregistreerd werd in augustus 1978. Figuur 9 geeft een beeld van het verloop van de paddemping en van de XPD als functie van de tijd
Het betreft hier een registratie van het lineair gepolariseerde baken van OTS.

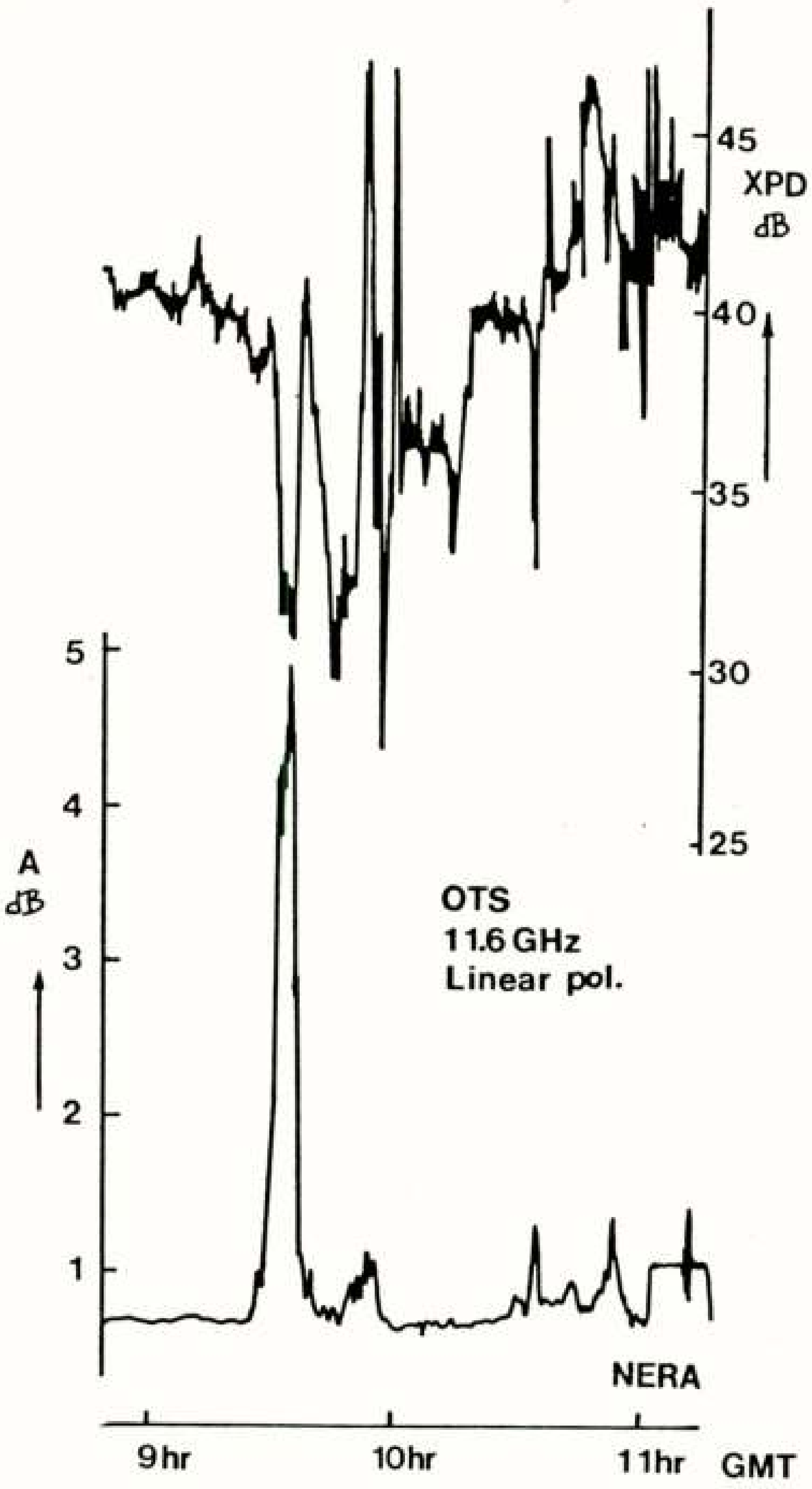


fig 9.Een "ijs-event" (16-3-1978).XPD en paddemping op 11.6 GHz als functie van de tijd.

Duidelijk zichtbaar in de figuur is dat om enkele minuten voor 10.00 G.M.T. geen significante paddemping optreedt terwijl de XPD drastisch verslechtert.Uit regenintensiteitsmetingen is gebleken dat op dat moment regen niet verantwoordelijk kon zijn voor de verslechtering van de XPD.Deze daling van de XPD is waarschijnlijk toe te schrijven aan de aanwezigheid van ijsdeeltjes die zich in de atmosfeer,boven de 0° isotherm bevonden.Ten tijde van dit event beschikte de P.T.T. nog niet over de weerradar, waarmee de aanwezigheid van deze hydrometeoren kan worden aangetoond.Het voorgaande voorbeeld toont aan dat het verband tussen paddemping en simultaan optredende XPD niet eenduidig is.
De wijze waarop de relatie tussen XPD en demping wordt bepaald dient daarom kritisch bekeken en wellicht herzien te worden.Een en ander kan verduidelijkt worden aan de hand van figuur 10.In deze figuur is een drietal methoden toegepast om de relatie tussen XPD en paddemping weer te geven. Er is gebruik gemaakt van gegevens die verzameld zijn tijdens metingen aan het lineair gepolariseerde baken van de OTS- satelliet.

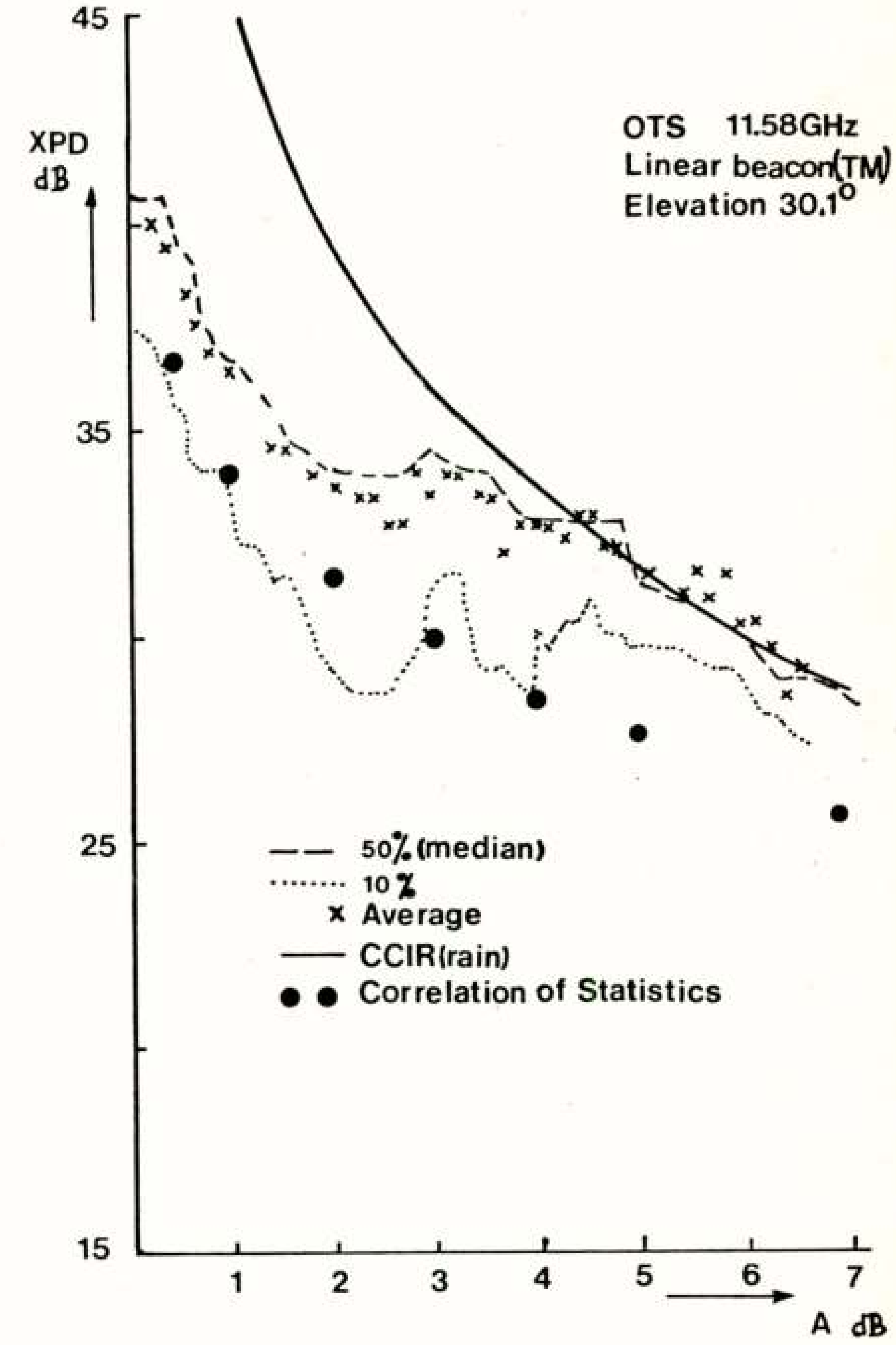


fig 10.De relatie tussen XPD en paddemping gemeten m.b.v. OTS-baken op 11.58 GHz.

UIt vergelijking (4) volgt voor het genoemde baken een relatie die de volgende gedaante heeft:

$$XPD = 45.3 - 20 \log (A) \quad dB \qquad (6)$$

Uit correlatie van de twee cumulatieve verdelingen van resp. XPD en paddemping is een relatie af te leiden die weergegeven wordt door de punten in figuur 10.De grote discrepantie tussen de C.C.I.R. curve en de met behulp van eigen metingen verkregen relatie is opvallend.
In de afgelopen meetperiode hebben een aantal "events" plaatsgevonden die het karakter hadden zoals afgebeeld in figuur 9 (de zogenaamde "ijs-events").Aangezien de C.C.I.R. relatie niet geldig is voor depolarisatie ten gevolge van ijs zal,momentaan gezien,de relatie tussen XPD en paddemping vooral voor lage dempingswaarden sterk kunnen afwijken van de laatstgenoemde relatie.Wanneer de dempingswaarden,die gemeten worden,ingedeeld worden in een aantal klassen, dan is het mogelijk om een zogenaamde conditionele cumulatieve verdeling van de XPD te maken.

Per dempingklasse wordt de cumulatieve verdeling van de XPD bepaald.Figuur 10 toont voor twee tijdspercentages het beeld van deze conditionele cumulatieve verdeling.Voor de 50 % (mediane waarde) en 10 % tijdspercentages is in iedere dempingklasse de corresponderende waarde van de XPD afgebeeld.Bovendien is de gemiddelde waarde van de XPD in iedere dempingklasse afgebeeld.Onmidddelijk valt op dat de curve die correspondeert met de mediane waarde van de XPD (streeplijn) voor dempingswaarden die groter zijn dan 3 dB in de nabijheid komt van de C.C.I.R. curve (getrokken lijn) welke betrekking heeft op depolarisatie van radiogolven ten gevolge van regen.De gegevens welke betrekking hebben op depolarisatie ten gevolge van ijs zullen in de getoonde conditionele statistiek hun invloed doen gelden voor de lagere dempingswaarden,omdat juist de zogenaamde "ijs-events" gekenmerkt worden door een sterke verslechtering van XPD zonder dat de paddemping sterk toeneemt.Duidelijk is dat de laatstgenoemde methode een reëler beeld geeft van de relatie tussen XPD en demping.Ook blijkt dat de methode waarbij de cumulatieve verdelingen van beide grootheden worden gecorreleerd tot foutieve resultaten kan leiden. (Lit I, Lit 2).

Aan de hand van een aantal resultaten welke behaald zijn met metingen zoals die zijn uitgevoerd met het experimentele grondstation te Nederhorst den Berg in het kader van het SIRIO- en OTS-experiment,hebt u een indruk kunnen krijgen van de wijze waarop de gegevens verwerkt en geïnterpreteerd worden.

Lit 1: The Experimental Earth Staition of the Netherlands P.T.T. and Results of Propagation Mearurements with the SIRIO Satellite - ALTA FREQUENZA juni 1979
Door J. Neessen en M. Reinders

Lit 2:Joint Statistics of Attenuation and Crosspolarization Measured with the OTS Satellite - AGARD,Proceedings on Propagation effects in space/earth paths, mei 1980
Door J. v. Cappellen, A. Mawira, J. Neessen en F. Zelders

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

O.T.S.-ONTVANGST IN EINDHOVEN

Ir. C.N.F. Hansen

Technische Hogeschool Eindhoven*

Since the launch of O.T.S.-2 in May 1978 nearly permanent reception in Eindhoven has taken place of the $\overline{TM}$ and B_0/B_1 beacon, with respect to attenuation of the path satellite-groundstation. A large amount of fades could be registrated, the largest of about 15 dB lasting nearly 10 minutes. Daily variations of the $\overline{TM}$ beacon of 500 Hz and long time variations over a period from June 1978 to October 1979 of more than 5000 Hz have been recorded. The B_0 beacon showed very large frequency variations of 20 - 30 kHz per day and long time variations of about 130 kHz over the same period as the $\overline{TM}$ variations. Statistical material, inclusive cumulative distributions has become available over the entire period of measurements.

1. INLEIDING

Communicatie via satellieten neemt gestadig toe. Om te komen tot een betrouwbaar communicatiesysteem, is eerst experimenteel onderzoek nodig. Daartoe heeft de ESA (= European Space Agency) in mei 1978 de OTS (= Orbital Test Sattelite) gelanceerd; dit is een experimentele geostationaire communicatiesatelliet [1]. Uit een breed scala van allerlei experimenten neemt de vakgroep Telecommunicatie van de Technische Hogeschool Eindhoven deel aan het propagatie-experiment. De bedoeling hiervan is het vergaren van kennis omtrent het statistisch gedrag van de propagatie van elektromagnetische golven tussen satelliet en aarde in de 11 en 14 GHz banden voor locale weersomstandigheden (demping, depolarisatie en fase gedrag van lineair en circulair gepolariseerde golven). Door de hoofd- en kruispolarisatie van de signalen te vergelijken kan tevens inzicht worden verkregen in de polarisatie-isolatie. Dit is van belang voor eventueel hergebruik van één frequentie, maar dan in orthogonale polarisatie. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de twee bakens aan boord van de satelliet, n.l. het lineaire baken ($TM/\overline{TM}$) en het circulaire baken (B_0/B_1) voor metingen in de 11 GHz band. Voor metingen in de 14 GHz band beschikt de vakgroep over een tweetal eigen bakens (B_{20} & B_{21}), die naar de satelliet gezonden worden en via de transponder in module B weer uitgezonden worden naar de aarde in de 11 GHz band.

Voor dit project is een grondstation gebouwd op het T.H. terrein in een vrij veld; de vakgroep heeft hier de beschikking over een weerstation, dat de locale weersomstandigheden registreert,en een symmetrische Cassegrainantenne (3 m diameter). In het voorjaar 1978 is in het reflectoroppervlak van deze antenne op onverklaarbare wijze een bult ontstaan, zodat deze antenne niet meer bruikbaar was en het onderzoek sterk gereduceerd moest worden. Door overschakeling op een kleinere paraboolantenne konden de metingen wel doorgaan aan de bakens in de 11 GHz band [2].

*Thans werkzaam bij N.V.Philips.

2. ONTVANGSTSITUATIE VAN DE BAKENS

De weg van de bakens in het grondstation gaat als volgt (Fig. 1). De ontvangen bakens ($\overline{TM}/B_0$) worden eerst omlaag gemengd in een mixer met behulp van een locale frequentie van 11.520 MHz en daarna versterkt. Dit levert voor het $\overline{TM}$-baken een middenfrequentie op van 55 MHz en voor het B_0-baken 266 MHz. Deze twee signalen worden ieder aan een afzonderlijk kanaal toegevoerd, versterkt en omlaag gemengd naar 10 MHz. De eigenlijke ontvangst vindt vervolgens plaats in 'phase locked loop'-ontvangers [3]. De uitgang hiervan levert een DC-spanning. Dit uitgangssignaal wordt m.b.v. een speciale schakeling ('DC-adjustment') nog eens versterkt en/of verschoven in niveau, zodanig dat het te verwachten dynamisch bereik tussen 0 en 10 Volt DC valt; dit is gedaan i.v.m. de digitale verwerking later. Deze spanning nu wordt geregistreerd op een x-t-schrijver. De mate van variatie van deze spanning zal dus een maat zijn voor de variatie cq.demping van het baken, relatief t.o.v. de vrije ruimte demping.

Alle frequenties worden afgeleid uit één zeer stabiele frequentiebron (1 en 5 MHz). Hierdoor is het tevens mogelijk om de frequenties van de bakens te meten door de stuurspanning van de VCO te meten. Ook deze spanningen worden geregistreerd op een x-t-schrijver. Tegelijkertijd worden dezelfde signalen naar een A/D-converter gevoerd, die deel uitmaakt van de microcomputer. De beschrijving hiervan is terug te vinden in [4].

3. DE POSITIE VAN DE SATELLIET

De positie van de in drie assen gestabiliseerde satelliet bedraagt 10° oost. Deze positie zal gehandhaafd blijven binnen $\pm$ $0,1^\circ$ t.o.v. zijn nominale plaats in noord-zuid- en oost-west-richting [1].

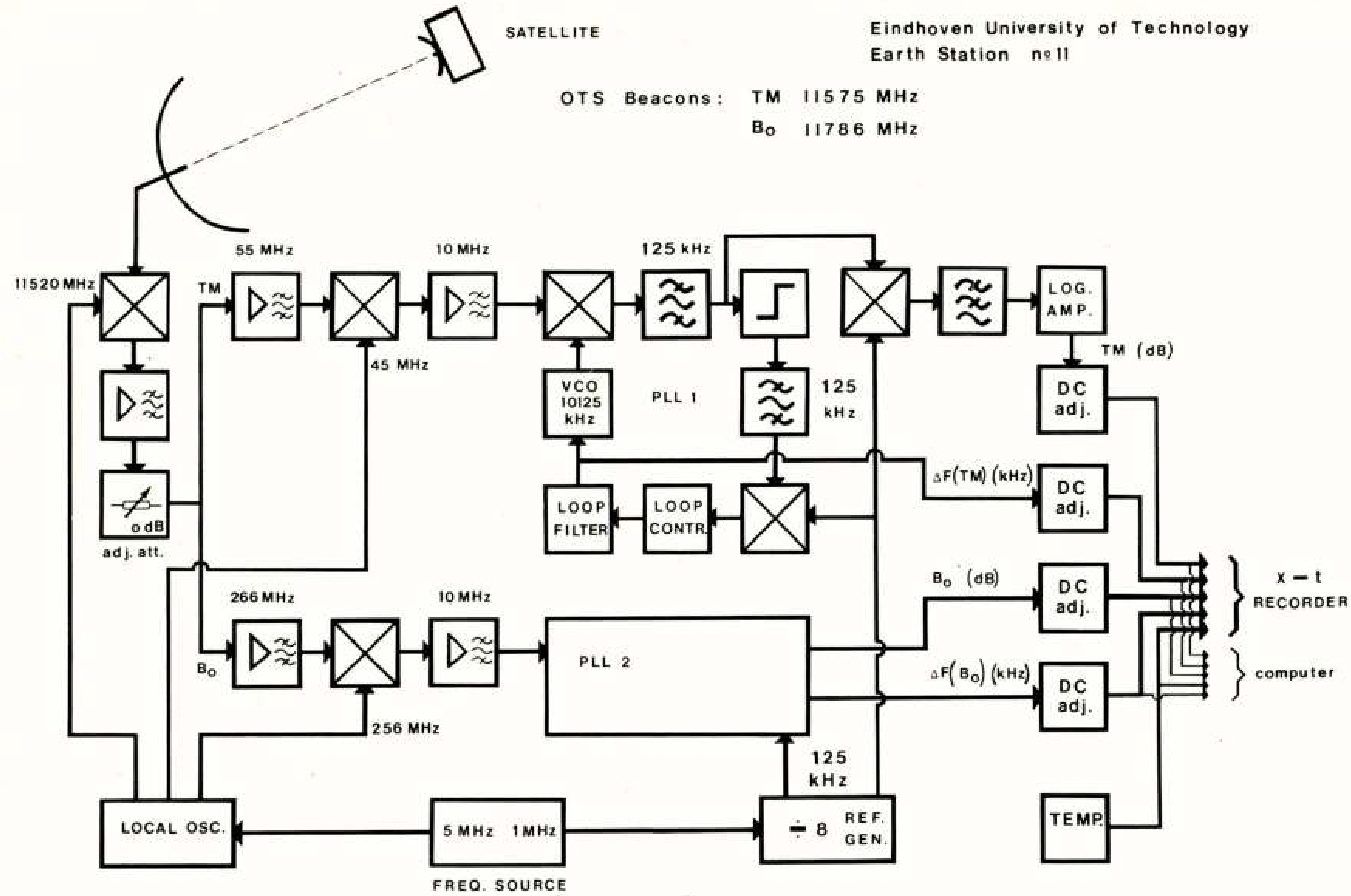


Fig. 1 : De ontvangstsituatie voor de OTS-bakens

14

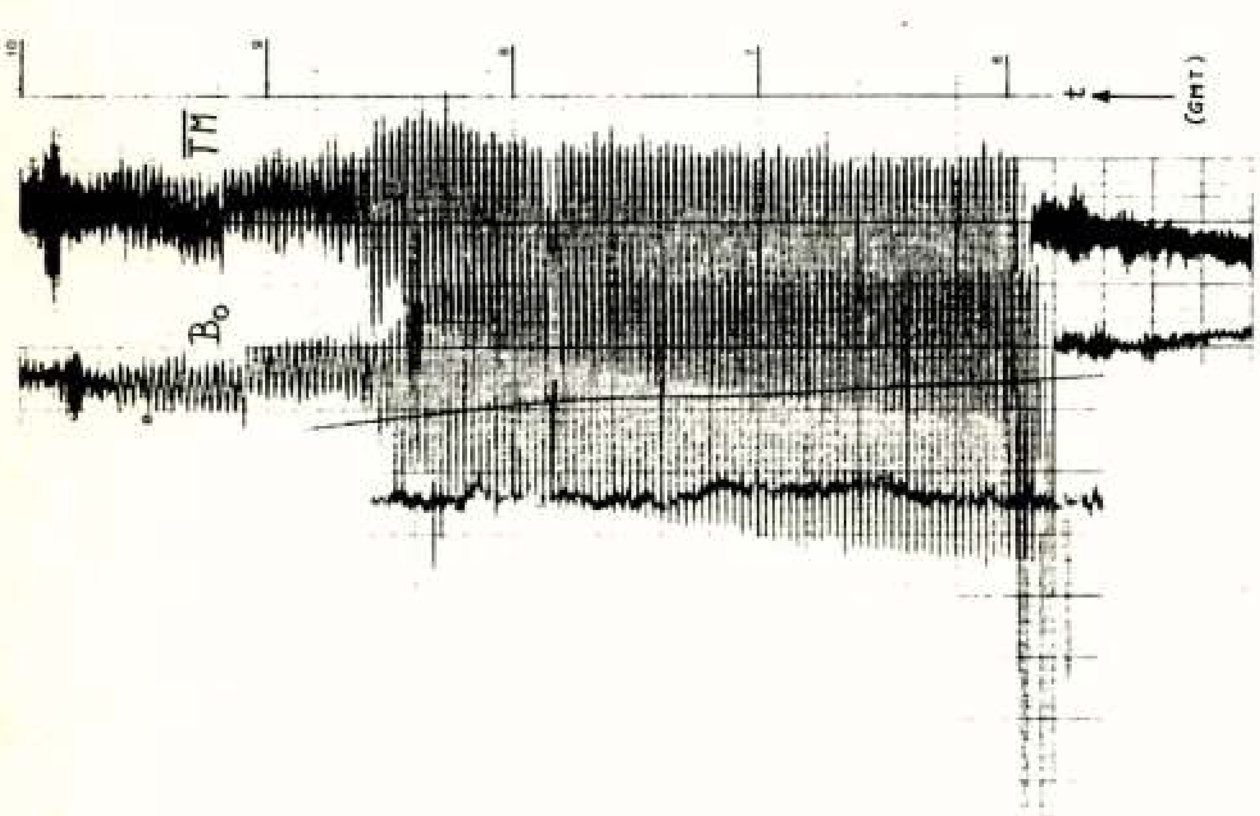


Fig. 2 : Koerscorrectie, waarbij een bepaalde brander (Taw-as) vreemd ging doen; daarna om 05.54 overschakeling op reserve 'satellite attitude control equipment'; schommeling ca. 116 sec.; 2 à 2,3 dB p.p.

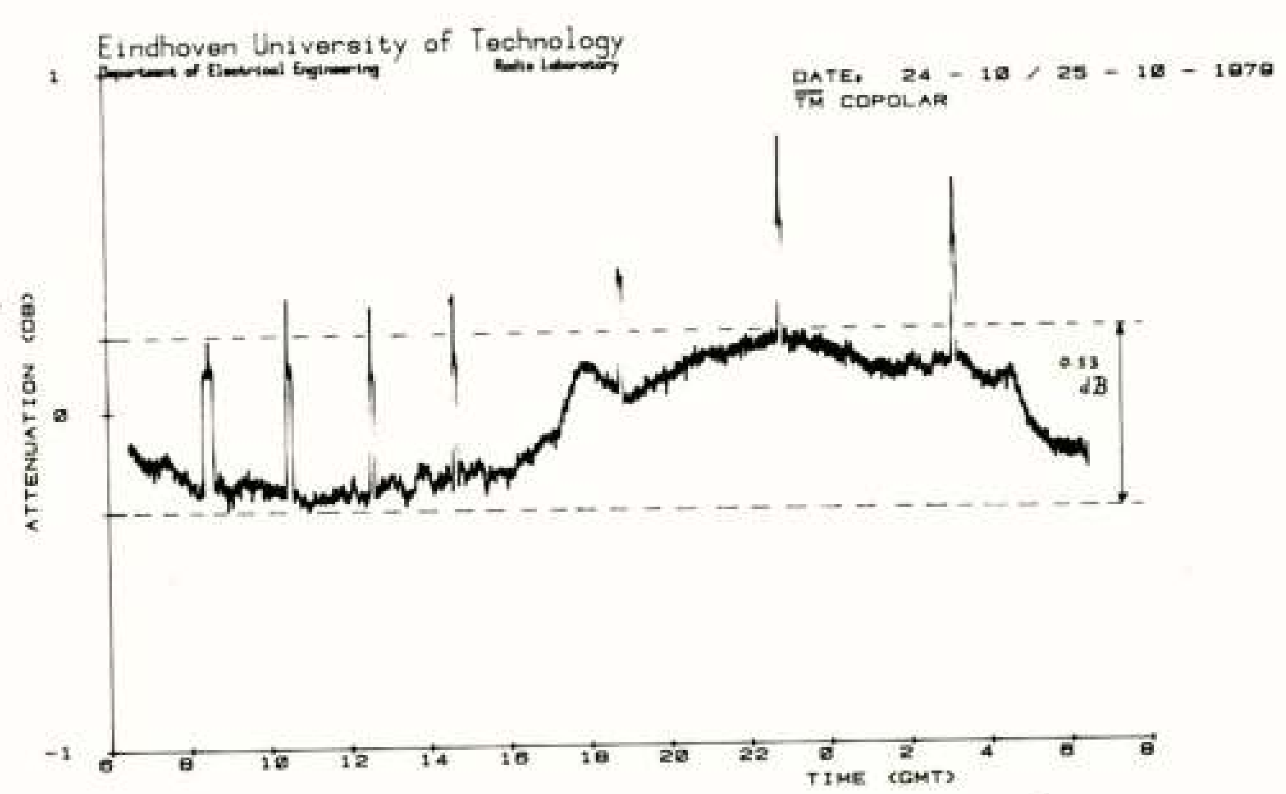


Fig. 4: Variatie van $\overline{TM}$ over 24 uur.

Sample rate: 2 Hz. Averaging time: 100 sec.

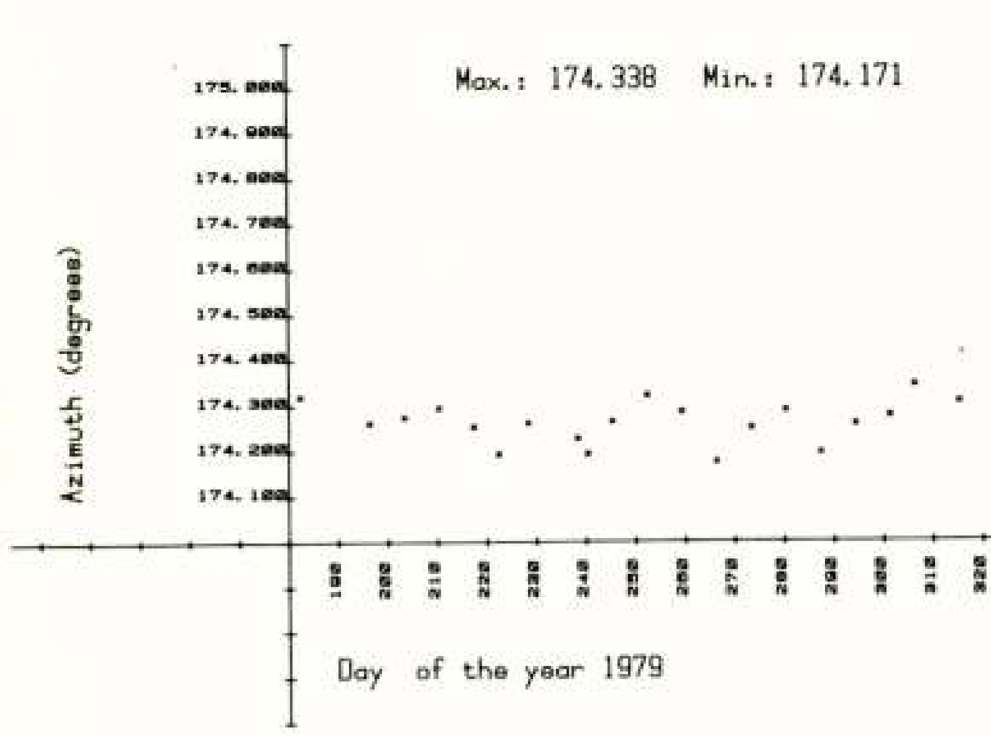


Fig. 3 : Lange termijn variatie van de azimuth

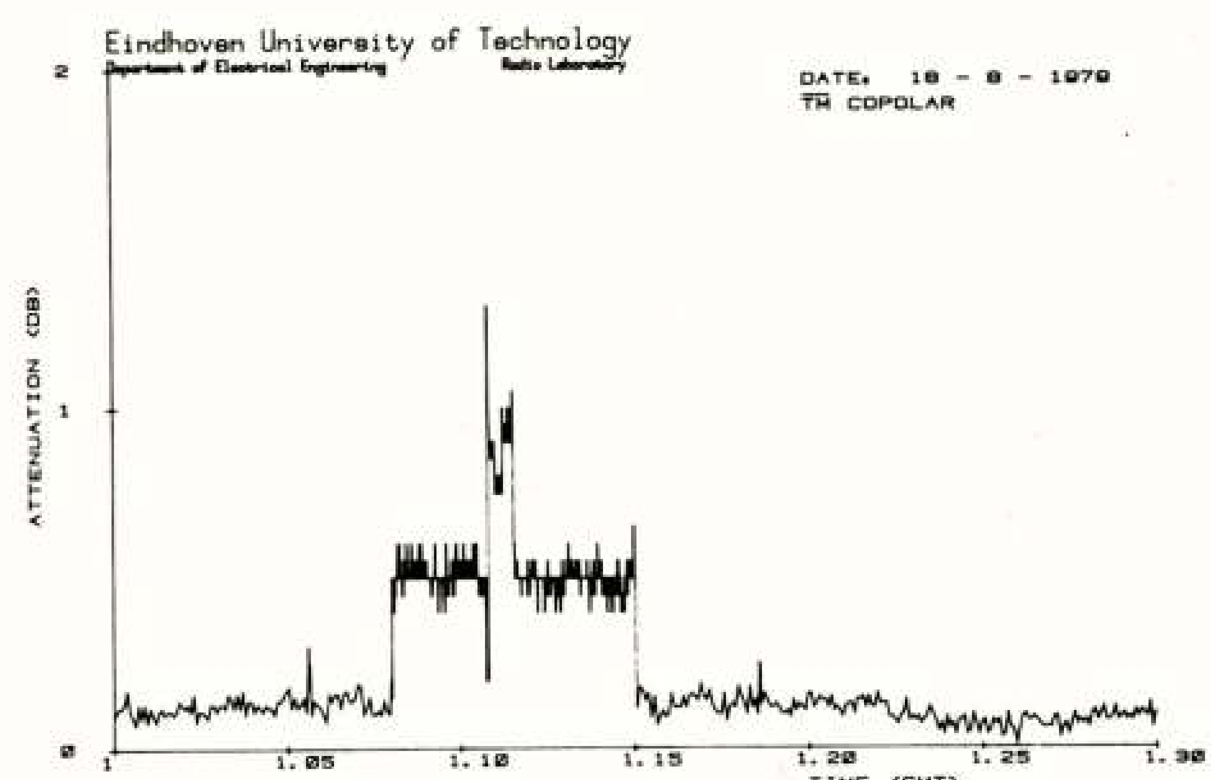


Fig. 5 : "Ranging operation".

Sample rate: 2 Hz. Averaging time: 5 sec (1 sec.).

De azimuth- en elevatie-hoek voor het grondstation Eindhoven zijn met behulp van bekende goniometrische formules uit te rekenen.
Voor Eindhoven geeft dit:

azimuth = $174,25^{o}$
elevatie = $30,97^{o}$.

Een geostationaire satelliet staat in het ideale geval stil t.o.v. een waarnemer op aarde. In het algemeen echter zal de satelliet door verschillende krachten een bepaalde drift vertonen. Deze krachten zijn afkomstig van:

1. aantrekkingskracht van de aarde; omdat deze niet uniform is, veroorzaakt dit een verschil in de kracht, die afhankelijk is van de breedtegraad en de lengtegraad;
2. aantrekkingskracht van de zon en maan; deze is afhankelijk van de positie op een bepaald tijdstip van de zon en de maan t.o.v. de aarde; de invloed van de maan is ongeveer drie maal zo groot als die van de zon;
3. stralingsdruk van de zon; deze is afhankelijk van de grootte, oriëntatie en reflectiviteit van de satelliet.

Om de satelliet toch op zijn plaats te houden, moeten van tijd tot tijd koerscorrecties uitgevoerd worden,als door de satelliet een bepaalde drempelwaarde overschreden wordt [5]. Correcties in oost-west positie voorkomen dan de drift in lengtegraad; correcties in noord-zuid positie voorkomen de drift in breedtegraad (drift in inclinatie). In september 1978 is zo'n correctie verkeerd gelopen en is de satelliet aan het slingeren geslagen ($\pm 1^{o}$), hetgeen erg goed te herkennen is in het ontvangen signaal (Fig. 2).
Voor propagatie-doeleinden is het belangrijk welke maximale 'pointing'-fout voor de zendantenne van de satelliet optreedt door die bewegingen van de satelliet.Deze 'pointing'-fout bedraagt maximaal $0,2^{o}$ [5].
In juni 1978 werden antennemetingen aan de OTS gedaan. Hiervoor voerde de satelliet een patroon van verschillende bewegingen uit, zodat de 'pointing' van de antennes telkens een andere waarde had. Op deze manier werd de oppervlakte van een vierkant ter grootte van $2^{o} \times 2^{o}$ t.o.v. nominaal in een aantal stapjes doorlopen. Uit deze metingen bleek dat een afwijking van $0,2^{o}$ geen merkbare invloed op het propagatiesignaal had. (Meting m.b.v. het $\overline{TM}$-baken met de 3 m Cassegrain antenne).
Uit Fig. 3 blijkt dat ook over zeer lange termijn de variatie beperkt blijft : Δ-azimuth $\leq 0,167^{o}$.
De variatie van de elevatie is nog veel geringer; deze variatie blijft binnen een honderdste graad.

4. VARIATIES VAN DE BAKENS VAN DE OTS

4.1 Variaties in vermogen van de bakens $\overline{TM}$ en B_0.

In Fig. 4 is het $\overline{TM}$-baken uitgezet over 24 uur. Hieruit blijkt dat de variatie 0,53 dB p.p. bedraagt in dit specifieke tijdvak. Deze variatie is uitsluitend afkomstig van de satelliet; in deze periode was namelijk sprake van 'clear sky'-condities. Soortgelijke plots van het $\overline{TM}$-baken laten zien dat deze variatie ca. 0,5 à 0,7 dB p.p. bedraagt.
De 'naalden' op het $\overline{TM}$-baken zijn z.g. 'ranging operations', waarvan er één in Fig. 5 in detail is weergegeven. Deze 'ranging operations' komen enkele malen per dag voor; vanaf de aarde wordt dan de plaats van de satelliet bepaald d.m.v. een speciaal signaal, dat het vermogen van het baken beinvloedt; de afstand in tijd, het optreden op een bepaald tijdstip en het aantal per dag is zeer verschillend van dag tot dag. Samen met de dagelijkse variatie maakt dit automatische verwerking vrijwel onmogelijk, vooral als dit optreedt tijdens een demping, die uitgewerkt moet worden. In de analoge registraties is deze wel met het oog gemakkellijk te herkennen en te corrigeren, vooral met de registraties van het B_0-baken ernaast. Digitale verwerking is natuurlijk wel mogelijk, als de z.g. 'events' apart verwerkt worden; de dagelijkse variaties zijn dan meestal te verwaarlozen, ook omdat deze 'events' van vrij korte duur zijn.
Het gedrag van B_0 is veel erger; deze dagelijkse variatie in vermogen bedraagt ca. 1,2 à 1,5 dB p.p.

4.2 Variaties in frequentie van de bakens $\overline{TM}$ en B_0.

De frequenties van de bakens $\overline{TM}$ en B_0 vertonen ook variaties. Deze variaties komen voort uit temperatuurvariaties in de satelliet zelf [5]. De variatie van $f(B_0)$ is groter, omdat voor B_0 een Impatt-diode oscillator gebruikt wordt. De afhankelijkheid van deze oscillator van de temperatuur is weergegeven in Fig.6. In 1978 is namelijk in de z.g. 'circular letter' telkens de temperatuur opgegeven van de ruimte waarin deze Impatt-diode oscillator zich bevindt. De frequentie van B_0 op die betreffende tijdstippen is gemeten m.b.v. de stuurspanning van de VCO van de P.L.L.-ontvanger, welke op de x-t schrijver werd geregistreerd. De correlatie is erg goed (r = -0,97). Lineaire regressie (kleinste kwadraten probleem) levert de volgende lijn op:

$$f(B_0) = 19,22 - 3,23.T \qquad (kHz)$$

met: T : temperatuur in ^{o}C bij de bakengenerator
standaardfout in de constante : 2,07 kHz
standaardfout in de helling : 0,10 kHz/^{o}C.

De dagelijkse variatie van $f(\overline{TM})$ is gering (Fig. 7); deze bedraagt ca. 500 Hz. Dit is veel beter dan de opgegeven specificaties: $\pm$ 10 kHz over één dag, $\pm$ 130 kHz over lange termijn [1].

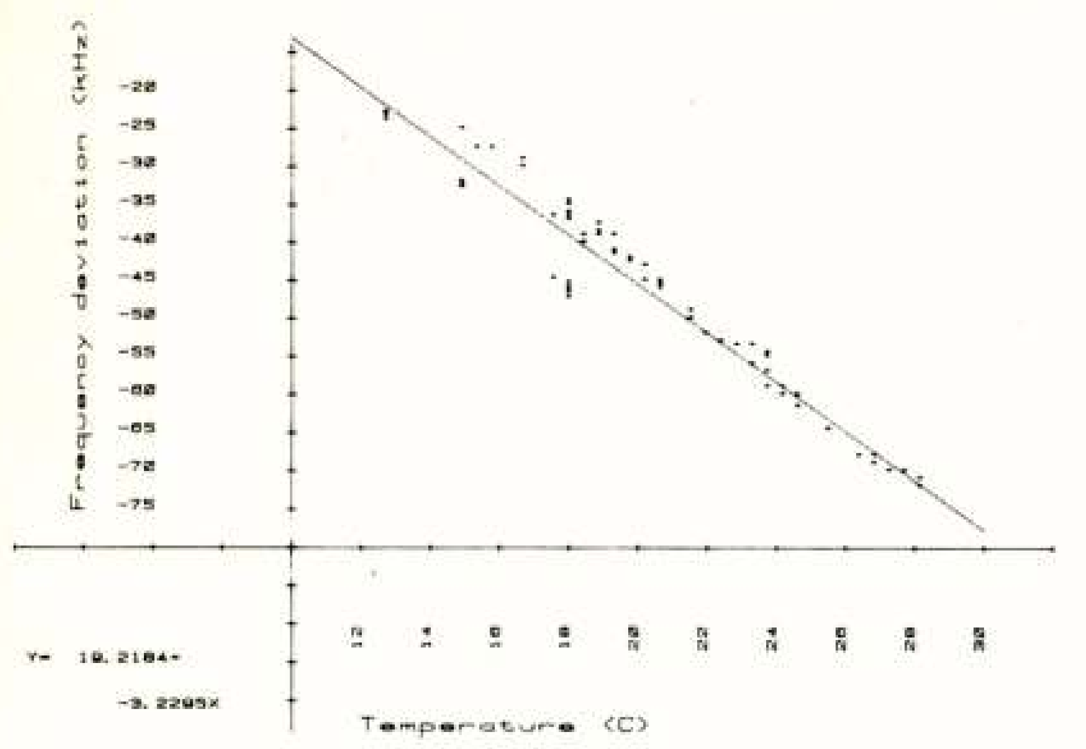


Fig. 6 : Temperatuur-afhankelijkheid van het B_0-baken.

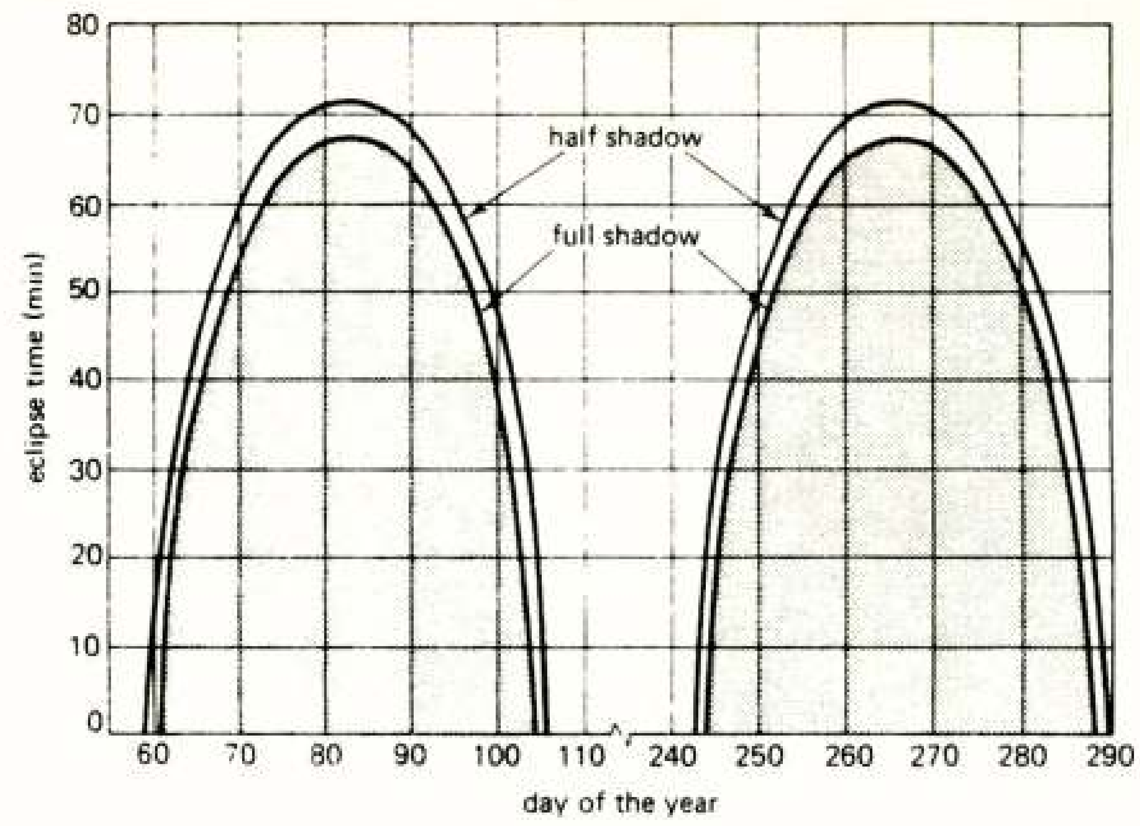


Fig. 10 : Satelliet-eclips als een functie van de dag van het jaar [6].

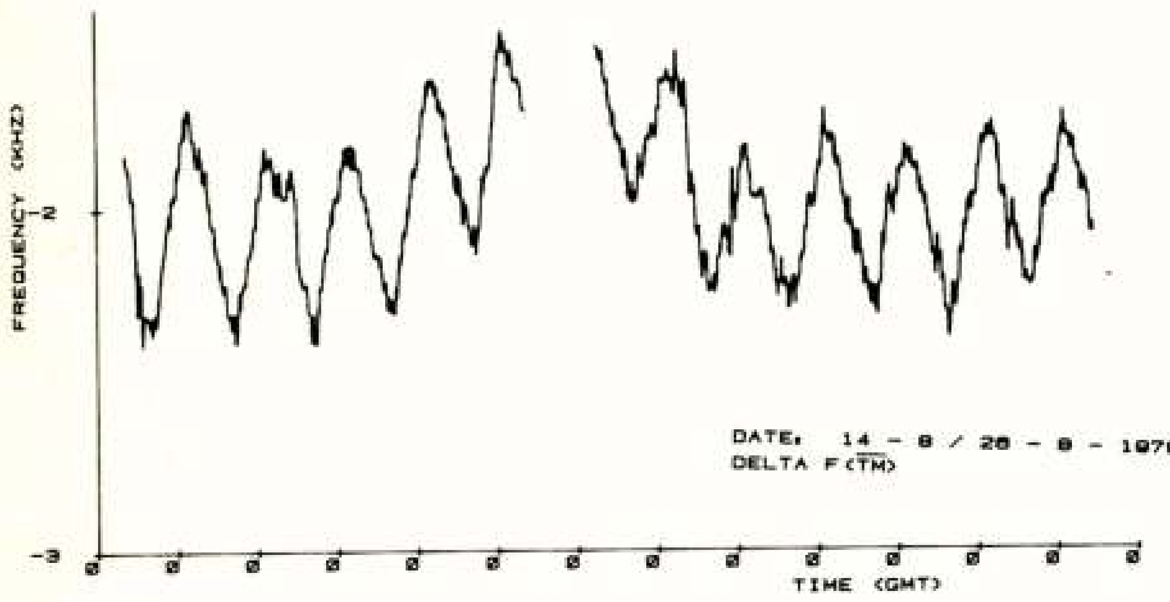


Fig. 7: Variatie van f($\overline{TM}$) over 13 dagen.
Sample rate: 1/10 Hz. Averaging time: 100 sec.

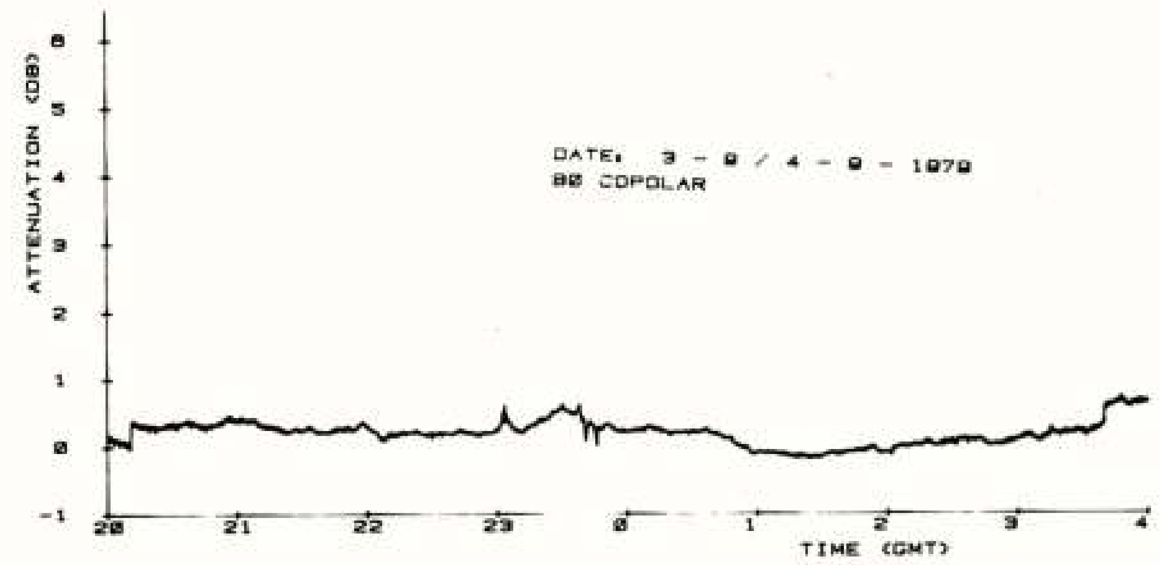


Fig. 11 : B_0 copolar level. Sample rate: 2 Hz.
Averaging time: 12.5 sec.

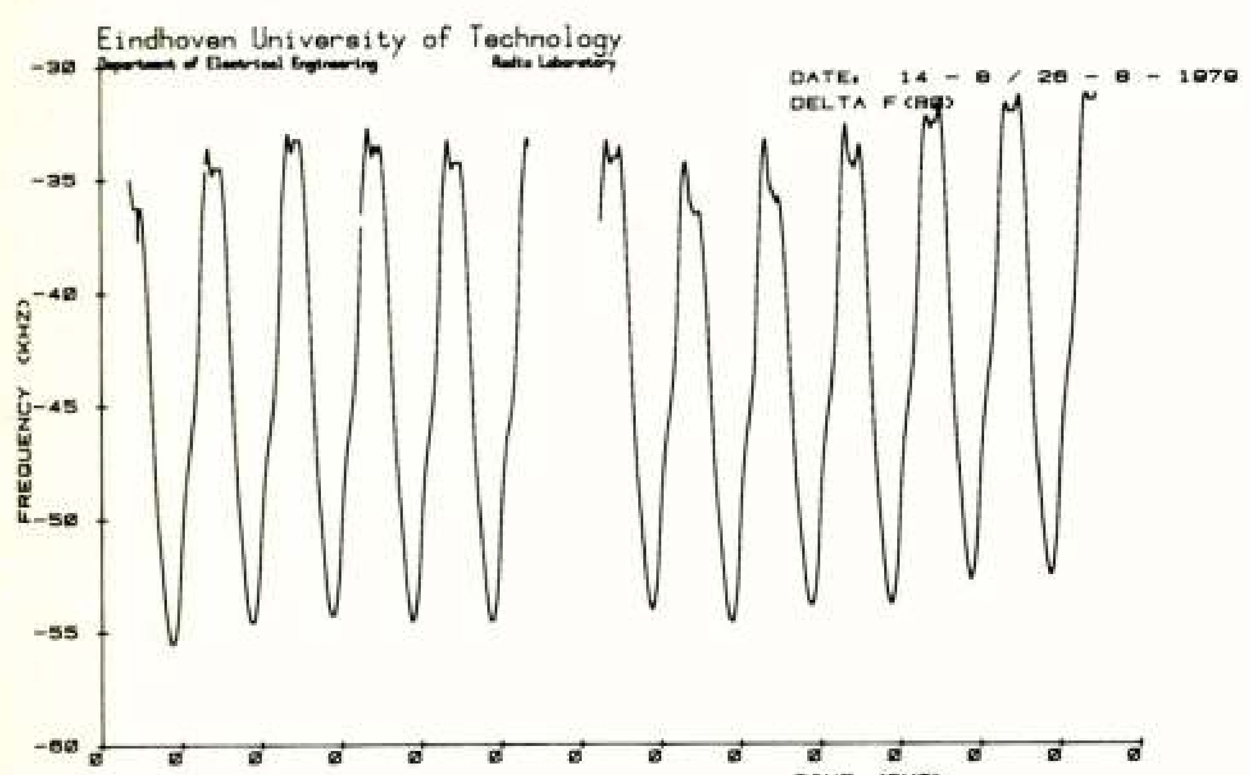


Fig. 8: Variatie van f(B_0) over 13 dagen.
Sample rate: 1/60 Hz. Averaging time: 10 min.

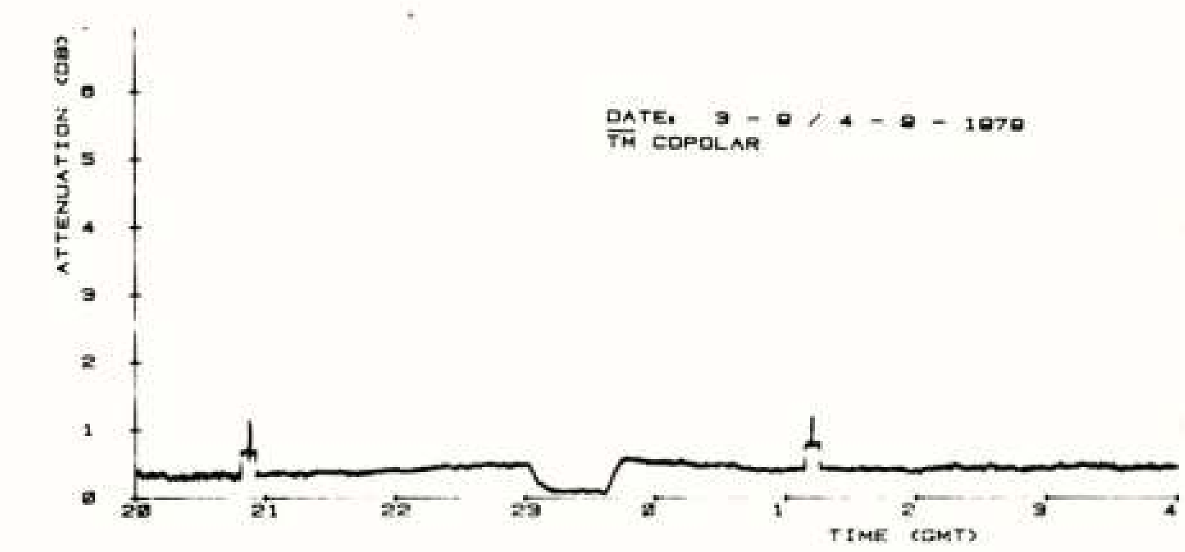


Fig. 12 : $\overline{TM}$ copolar level. Sample rate: 2 Hz.
Averaging time 12.5 sec.

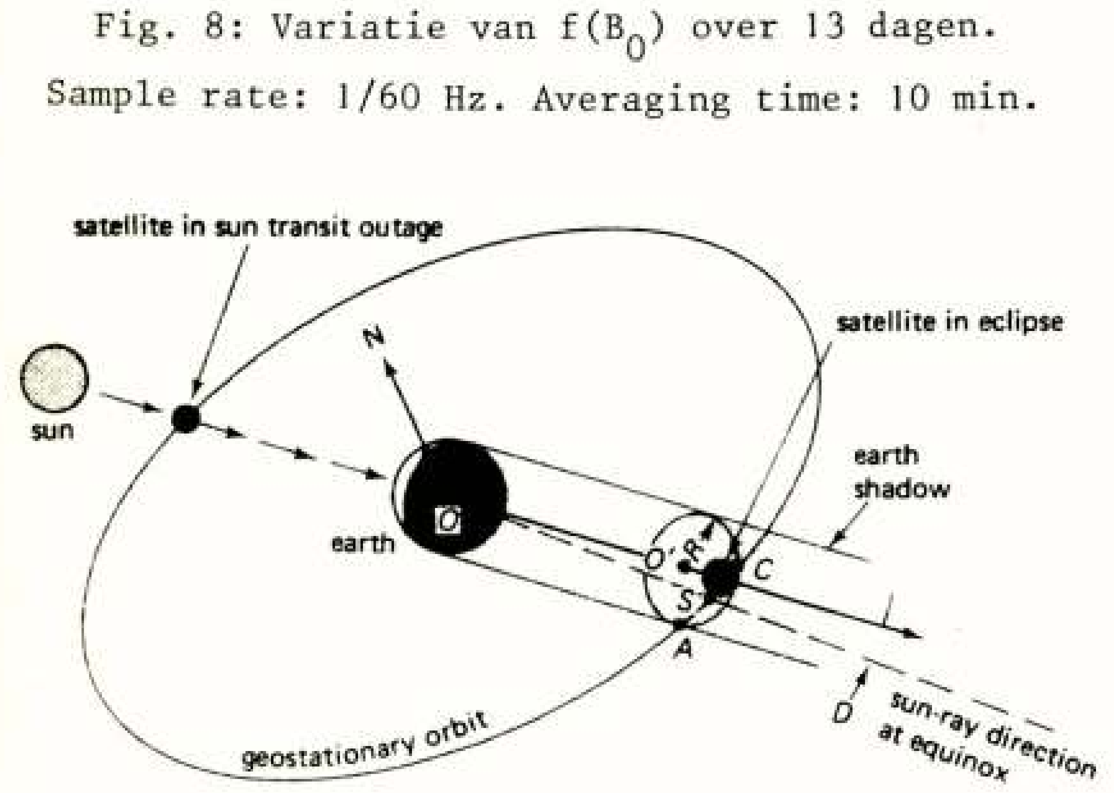


Fig. 9 : Satelliet-eclips bij equinox [6].

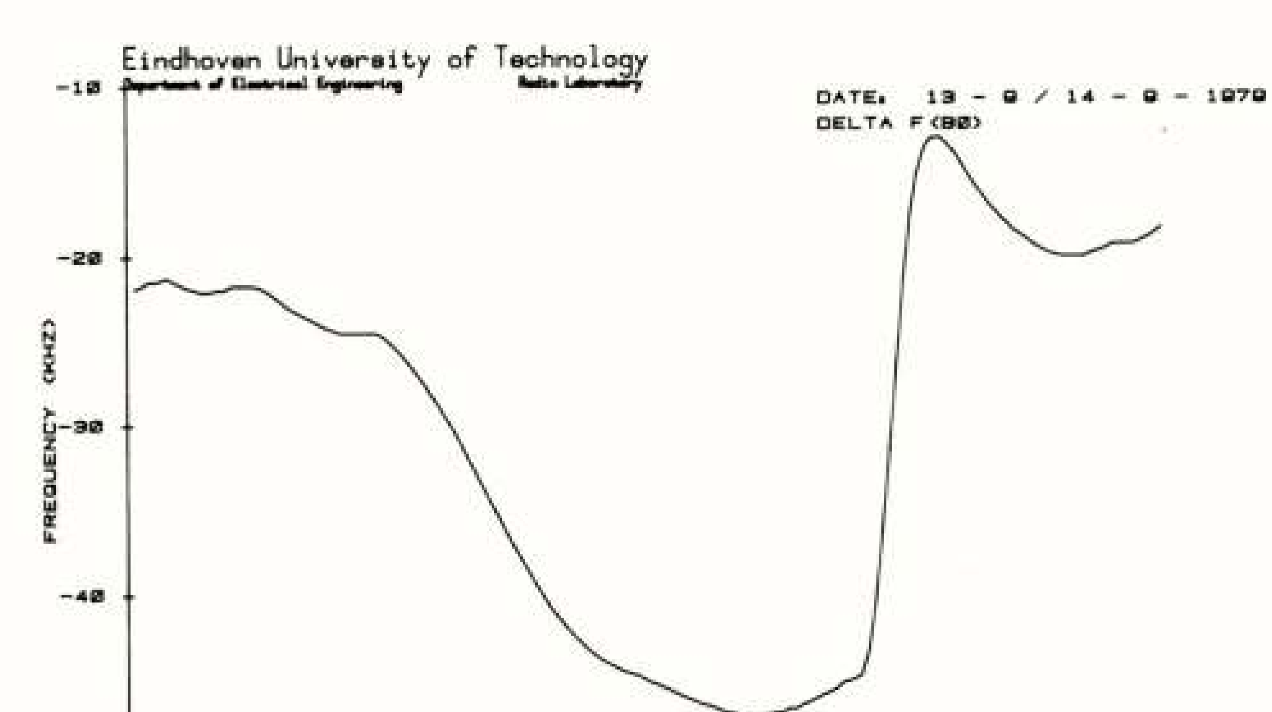


Fig. 13 : Relatieve frequentie van het B_0-baken.
Sample rate: 1/60 Hz. Averaging time: 10 min.

De dagelijkse variatie van $f(B_0)$ bedraagt ca. 20-25 kHz (Fig. 8). Dit is overeenkomstig de opgegeven specificaties: ± 25 kHz over één dag, ± 350 kHz over lange termijn [1].

4.3 Eclips-verschijnselen

Alle geostationaire satellieten ondergaan in de lente en in de herfst een eclips, d.w.z. de satelliet komt op een gegeven ogenblik in de schaduw van de aarde, die dan tussen de satelliet en de zon staat (Fig. 9). Tijdelijk zal dan de energie verzorgd moeten worden door batterijen. Gedurende 46 achtereenvolgende dagen treedt dit verschijnsel tijdens een gedeelte van de dag op. Het begint 23 dagen voor equinox en eindigt 23 dagen erna. De eclipsduur varieert van 10 minuten in het begin tot 72 minuten bij equinox (Fig. 10).
Doordat de satelliet tijdelijk in de schaduw terecht komt, treden er grote temperatuurvariaties op zowel buiten de satelliet als binnen de satelliet. Hierdoor treden weer extra variaties op in het vermogen en de frequentie van de bakens.
Het niveau van B_0 vertoont tussen 23:00 en 24:00 gmt vreemde sprongen en $\overline{TM}$ neemt met ca. 0,5 dB toe in deze periode (Fig. 11 en 12).
De oorzaak moet gezocht worden in het antenne subsysteem van de satelliet bij de OMT van de uitgang of erachter. De preciese oorzaak is nog niet bekend (november 1979). Het B_0-baken vertoont verder nog twee sprongetjes sinds de eclips-periode van het voorjaar 1979: een tussen ca. 20:00 en 21:00 en de andere tussen ca. 3:00 en 4:00 gmt. Ook de oorzaak hiervan is nog niet bekend (november 1979).
De frequentievariatie van B_0 is gedurende de eclips ook veel groter; groter dan 25 kHz! (Fig. 13). De grootste variatie is gemeten op 17/18-9-1979; deze bedroeg ca. 36 kHz in 3 uur tijd.
De frequentievariatie van $\overline{TM}$ vertoont sprongen van ca. 1,5 kHz (Fig. 14).

5. PROPAGATIEMETINGEN

In de inleiding werd verteld dat kennis over de atmosferische invloeden van belang is om een betrouwbare satellietverbinding te kunnen opzetten. Dit betekent dat dit onderzoek een antwoord moet geven op de vraag, welke atmosferische omstandigheden deze verbinding nadelig beinvloeden en in welke mate; concreter gesteld: hoeveel demping kan er optreden relatief t.o.v. de vrije ruimte demping en hoe lang duurt deze? In dit hoofdstuk wordt gepoogd daar een antwoord op te geven aan de hand van metingen aan het lineair gepolariseerde $\overline{TM}$-baken.

5.1 Scintillatie of 'spikes'

Er is geen uitgebreid onderzoek gedaan naar scintillatie. Wel is er gekeken of dit verschijnsel optrad. Bij koud winterweer was dit effect nauwelijks of niet aanwezig; in de vochtige zomermaanden was er wel veelvuldig scintillatie op het baken aanwezig. De amplitude-variatie lag meestal binnen 1 dB p.p.; bij uitzondering was dit groter. De grootste gemeten variatie bedroeg ca. 3 dB p.p.
Op het $\overline{TM}$-baken was gedurende de winter '78 - '79 en het voorjaar '79 sprake van een ernstige verstoring van het signaalniveau door plotselinge variaties van dit niveau.
Dit had een naaldachtig effect; vandaar de naam 'spikes' (Fig. 15). Het verschil met scintillatie is dat deze niveauveranderingen één kant uit zijn. Het vreemde hiervan was verder dat verschillende stations in Europa hier wel last van hadden en andere niet. Sindsdien is het verschijnsel niet meer opgetreden. Een verklaring ontbreekt nog steeds (november 1979).

5.2 Demping door de weersomstandigheden, waaronder sneeuw.

Op deze frequentie (11 GHz) wordt de demping voornamelijk door regenneerslag bepaald.
Mist e.d. heeft geen merkbare invloed. Ook regenwolken leveren een zeer kleine demping op (≤ 0,2 dB); alleen heel donkere wolken, waaruit elk moment een stortbui kan vallen, leveren meer op (≤0,7 dB).
De invloed van sneeuw is gering; tenminste van droge sneeuw (≤ 0,5 dB). Natte sneeuw levert meer demping op. Begin maart '79 vielen er zware sneeuwbuien met natte sneeuw, waarbij de demping opliep tot ca. 2,6 dB.
De invloed van sneeuw op het antenneoppervlak is veel groter; ook weer natte of smeltende sneeuw natuurlijk. In Fig. 16 is dit erg goed te constateren. In het begin viel er droge sneeuw op de antenne en bedekte het reflectoroppervlak, zonder dat er enige demping van betekenis optrad. Om 8:40 (GMT) steeg de buitentemperatuur tot boven het vriespunt en de sneeuw begon te smelten. Het signaalniveau zakte toen ca. 7,5 dB, waarna het signaal weer terugkeerde tot het oude niveau, omdat de smeltende sneeuw overging in water, hetwelk van het reflectoroppervlak afdrupte. Dit effect kan echter niet als 'echte' demping beschouwd worden; door die inhomogene laag op het antenneoppervlak zal de antenne een of ander vreemd stralingsdiagram vertonen, waardoor de antennewinst in de hoofdlus sterk afneemt.
Een mogelijke oplossing hiervoor zou kunnen zijn het reflectoroppervlak te verwarmen. Deze oplossing is echter verre van ideaal. Ten eerste : door de enorme energieconsumptie; ten tweede : door een ander effect: droge sneeuw wordt door wind uit het reflectoroppervlak geblazen zonder het optreden van enige demping, indien dit oppervlak koud is; wordt dit verhit, dan treedt er ophoping van natte sneeuw op in de reflector, waardoor wel 'demping' gaat ontstaan [5].

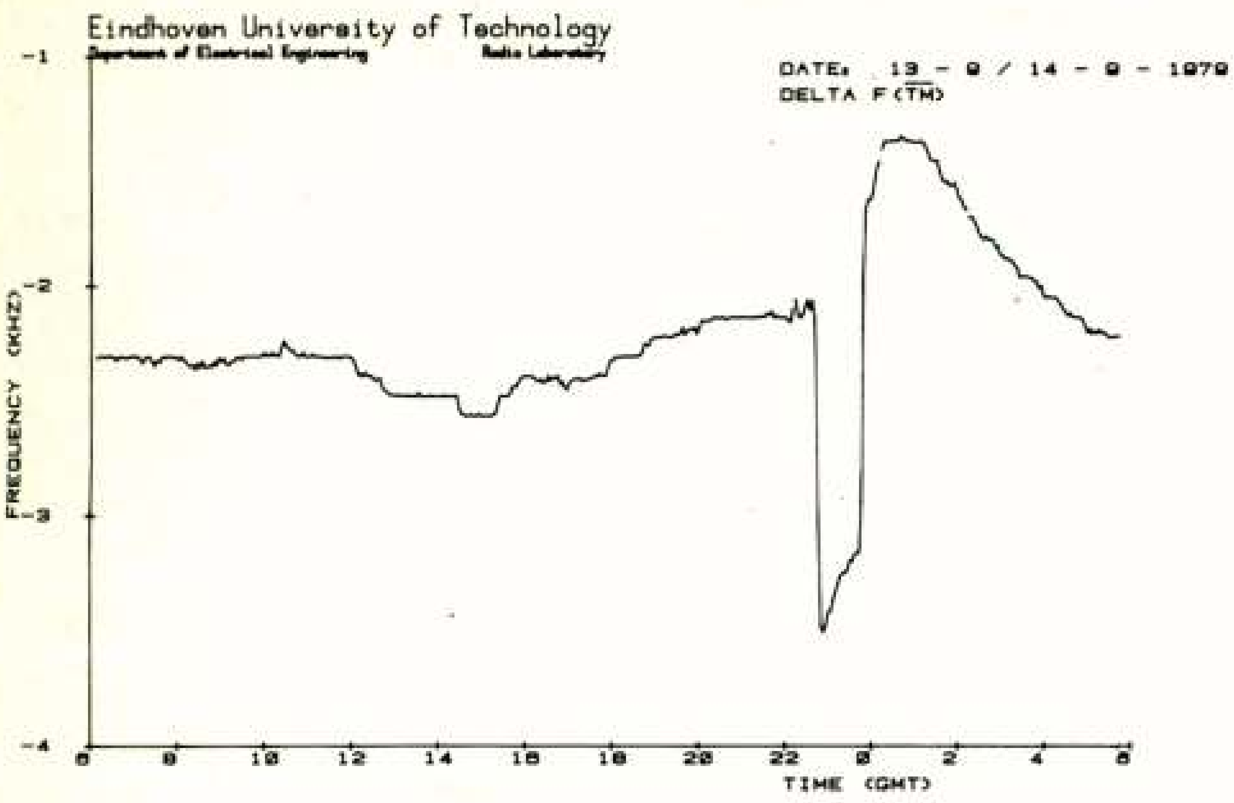


Fig. 14 : Relatieve frequentie van het $\overline{TM}$-baken.
Sample rate: 1/10 Hz. Averaging time: 100 sec.

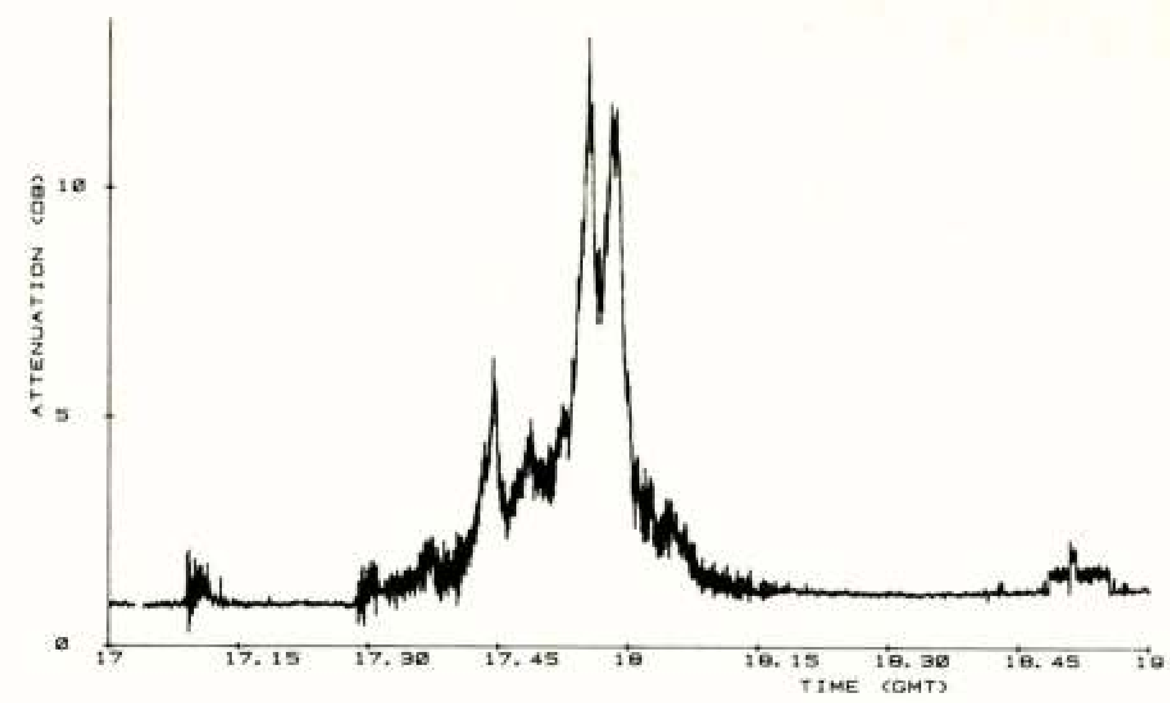


Fig. 17 : Zomerse stortbui. Sample rate: 2 Hz.
Averaging time: 5 sec. (0,5 sec.).

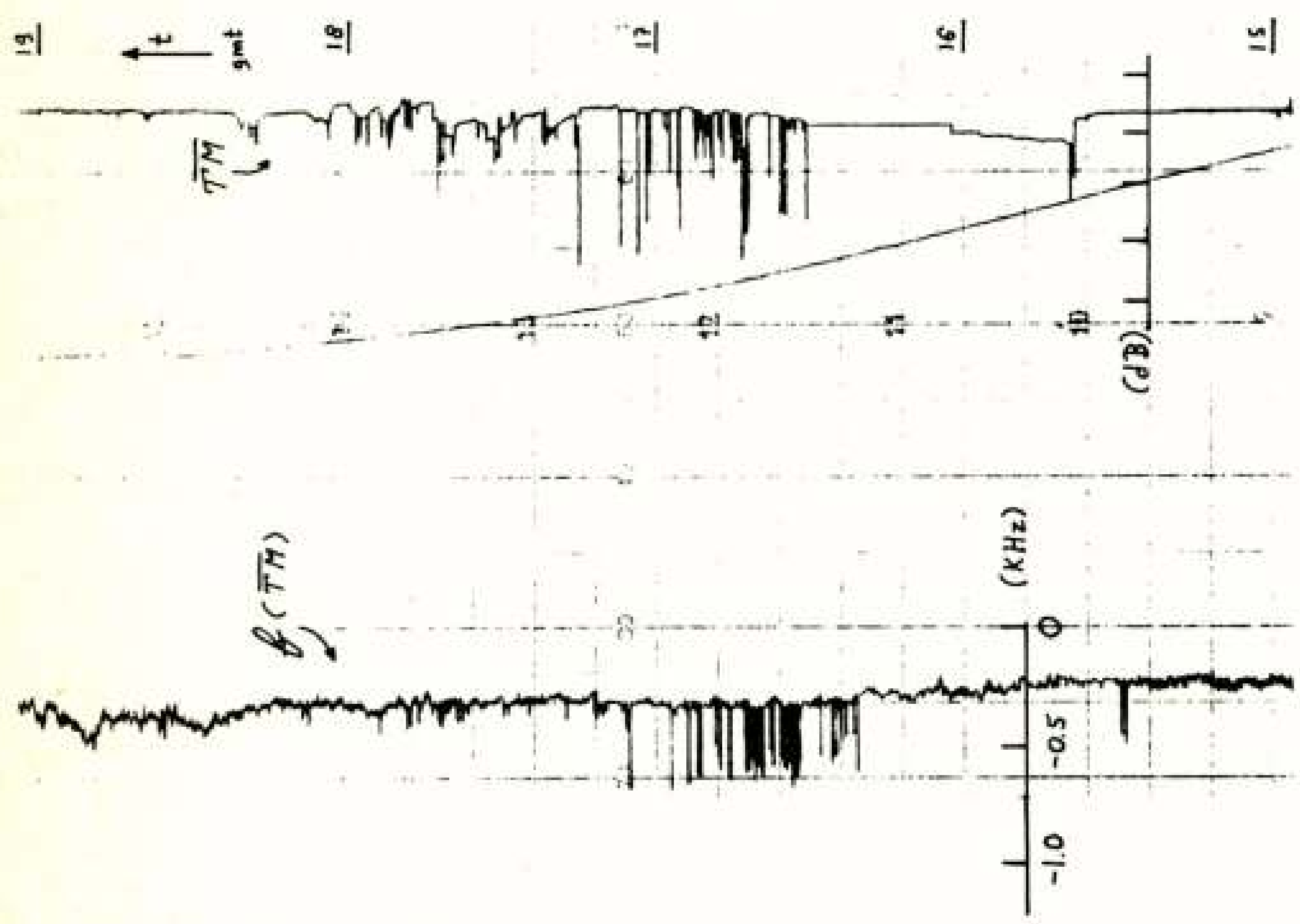


Fig. 15 : 'Spikes'; 8-2-1979.

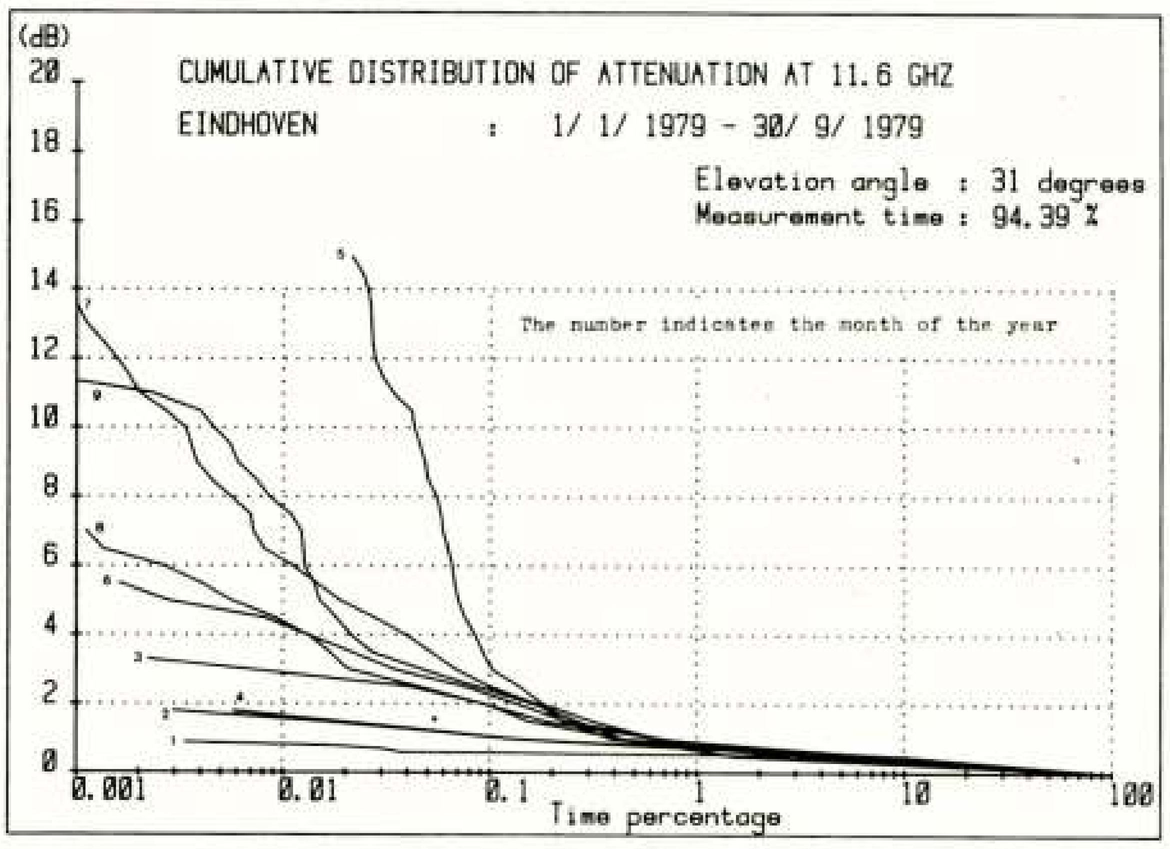


Fig. 18: Individuele cumulatieve verdelingen
van demping op 11,6 GHz: jan. t/m sept.1979.

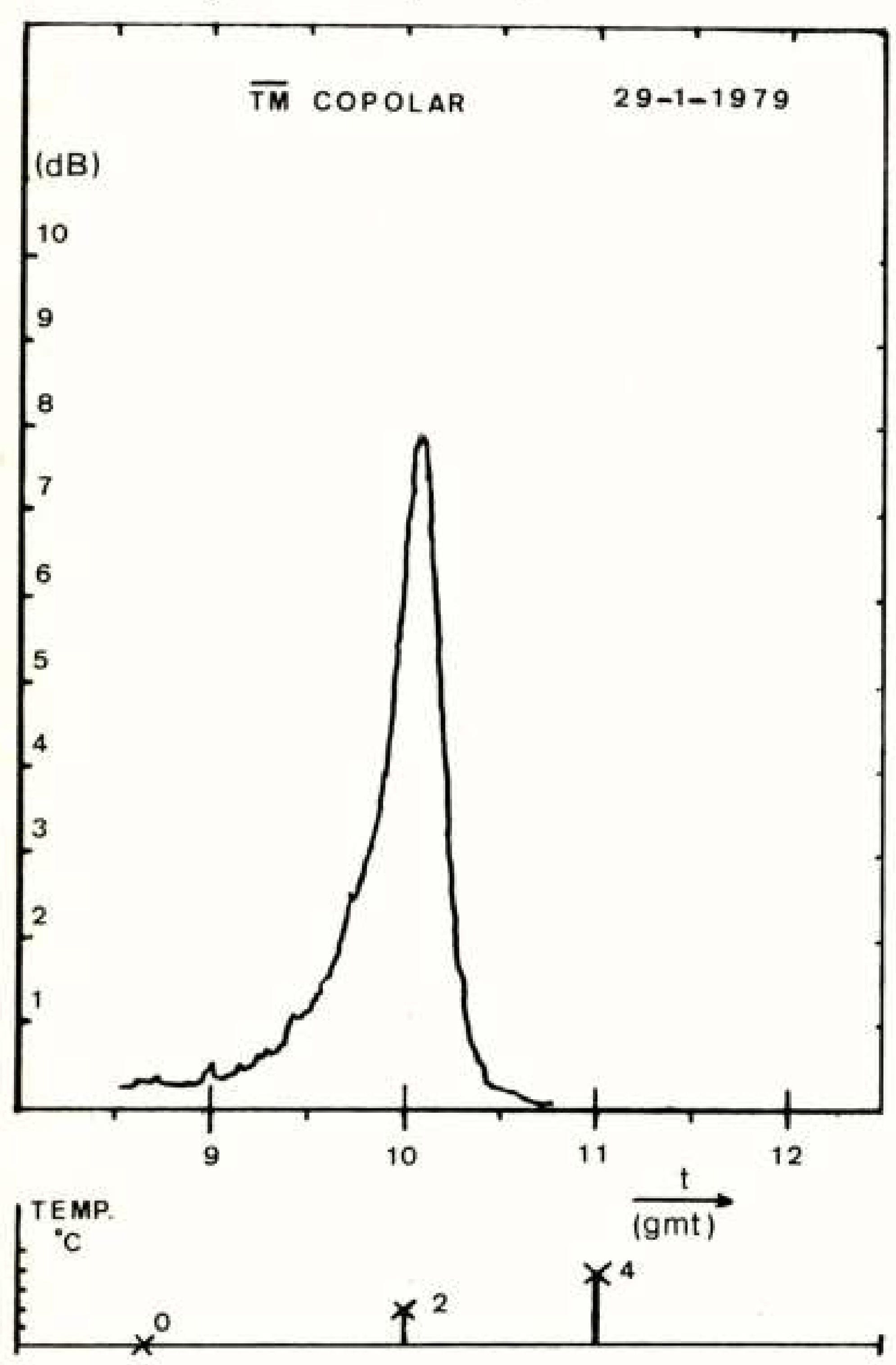


Fig. 16 : 'Demping' door smeltende sneeuw
op de reflector van de antenne.

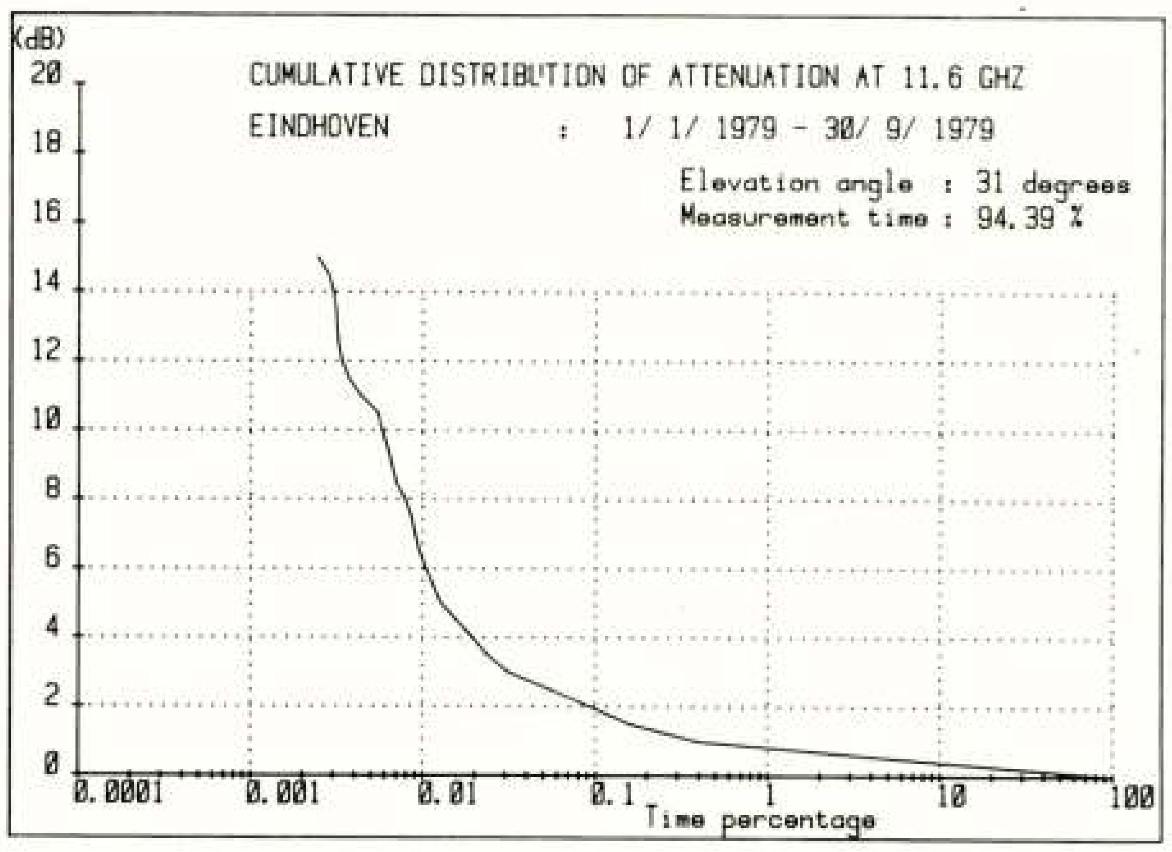


Fig. 19 : Cumulatieve derdeling van demping
op 11,6 GHz: januari t/m september 1979.

5.3 Demping door regen

Dempingen van betekenis (≥ 3 dB) treden alleen op door regen (Fig. 17). Bepalend voor de hoeveelheid demping is de hoeveelheid water per eenheid van volume. De zomerse stortbuien zullen dan ook een grotere demping opleveren dan b.v. motregen. De kans op het laatste is echter weer groter.
Voor het jaar 1978 zijn alleen dempingen groter dan of gelijk aan 3 dB bekeken. Dit laatste is gedaan omdat er nogal wat problemen waren met de apparatuur en de antenne! Deze grotere dempingen waren met enige nauwkeurigheid nog te analyseren.
Van het jaar 1979 konden dankzij betere apparatuur ook dempingen lager dan 3 dB gemeten worden.
In Fig. 18 zijn de cumulatieve verdelingen van de verschillende maanden (1 t/m 9) bijeen gezet. Hieruit blijkt duidelijk dat mei de ergste maand is geweest. De verdeling wordt voornamelijk bepaald door één onweersbui met enorme stortbuien op 30 mei 1979. Deze bui was zo hevig dat de PLL uit 'lock' viel bij 15 dB demping en pas na 9,6 minuten het signaal weer kon vangen. In die tussentijd is de demping dus groter dan 15 dB geweest.
Verder valt op dat januari t/m april nauwelijks enige demping van betekenis hebben gekend. De grotere dempingen treden blijkbaar alleen op gedurende de maanden mei t/m september. Ook de resultaten van 1978 bevestigen dit beeld. Dit zou kunnen betekenen dat metingen gedurende deze maanden voldoende zouden zijn. Of dit inderdaad het geval is, moet nog door metingen over meerdere jaren bevestigd worden.
Uit de cumulatieve verdelingen kan bepaald worden, hoeveel procent van de tijd een bepaalde dempingswaarde overschreden is; speciale aandacht verdienen de volgende punten: 20%, 1%, 0,3%, 0,1% van een bepaalde maand en 0,01% van een bepaald jaar. Dit is in Tabel 1 en 2 gedaan. De nummers duiden de overeenkomstige maand van het jaar aan.

TABEL 1 : Tijdspercentage van de maand, waarin een aangegeven demping overschreden wordt.

1979 % v/d	Dempingswaarde, die overschreden wordt (dB)								
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1%	0,5	0,7	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7
0,3%	0,6	0,9	1,2	0,9	1,6	1,4	1,3	1,3	1,4
0,1%	0,6	1,1	2,0	1,1	3,2	2,3	2,4	2,0	2,4

TABEL 2 : Tijdspercentage van het jaar, waarin een aangegeven demping overschreden wordt.

% van het	Dempingswaarde,die overschreden wordt (dB)		
jaar	1978	1979	'78+'79
0,01%	3,5	6,4	4,8

Genoemde verdelingen leveren tezamen de cumulatieve verdeling op van Fig. 19. Ook hieruit blijkt de grote invloed van de demping van mei 1979. In Fig. 20 wordt het jaar 1978 (1.6 - 31.12) met het jaar 1979 vergeleken. Hieruit blijkt dat in 1979 meer, qua aantal, en langere, qua tijdsduur, dempingen optraden, waaruit de conclusie volgt dat men zeer voorzichtig moet zijn met de statistische gegevens van maar één jaar. Metingen over meerdere jaren zijn dan ook meer betrouwbaar; alleen moeten er over langere termijn geen significante veranderingen gaan optreden in de locale klimaatomstandigheden.
In Tabel 3 is het aantal dempingen, dat groter dan of gelijk aan 3 dB was, weergegeven.

TABEL 3 : Aantal dempingen in 1978 en 1979.

Aantal dempingen	1978	1979
≥ 3 dB	18	24
4	16	15
5	9	13
6	7	8
7	4	6
8	4	5
9	3	5
10	-	4
11		4
12		4
13		2
14		2
15		1

5.4 Conclusie

Op de frequentie van 11,6 GHz worden dempingen boven de 3 dB alleen bepaald door regenneerslag. Deze waarde van 3 dB demping wordt in minder dan 0,1% van de tijd overschreden voor iedere maand (alleen mei 3,2 dB). Wel is de grootte van de demping, die kan optreden, aanzienlijk groter dan 10 dB. Gemeten is tot 15 dB, waarbij de maximale demping nog hoger lag; een demping van 20 dB moet niet uitgesloten geacht worden [5].

6. CORRELATIE TUSSEN DE REGENMETER EN DE DEMPING VAN HET TM-BAKEN

De regenmeter maakt deel uit van het weerstation. Deze meter is in de buurt van de ontvangstantenne geplaatst. De beinvloeding van de bakens door atmosferische omstandigheden treedt alleen op in de laagste regionen van de

atmosfeer. Hiervan is de belangrijkste component: demping door neerslag van regen, zoals in Hoofdstuk 5 is aangetoond. Deze neerslag ontstaat uit wolken, die een hoogte van ongeveer 10 km. kunnen bereiken en zodoende het propagatiepad tot op die hoogte kunnen beinvloeden. Dit betekent een padlengte van ongeveer 19 km. door de atmosfeer heen bij een elevatie van 31°.
Om een goede meting van de neerslag te verkrijgen, zou men over de gehele lengte van de projectie van het propagatiepad regenmeters moeten opstellen. Het weerstation beschikt echter over één exemplaar. Dit registreert de neerslag bij de antenne. Door de demping van de bakens te vergelijken met de registraties van de regenmater kan men nagaan of er correlatie tussen deze twee bestaat en hoe groot deze is.
Indien de correlatie (erg) goed is, kan verder onderzoek zinvol zijn om b.v. een A-R relatie te bepalen, zodat meting met de regenmeter voldoende is om een eventueel optredende demping te bepalen.
Uit de resultaten komt duidelijk naar voren dat er géén correlatie bestaat voor dempingen boven de 3 dB; voor dempingen daaronder geldt wel een matige correlatie. De verklaring hiervoor kan gevonden worden in het feit dat kleine dempingen meestal optreden bij geringe buien, die in omvang en tijdsduur groot zijn, maar waarvan de intensiteit gering is. De grote dempingen zijn namelijk het gevolg van grote intensiteiten, die een zeer beperkte omvang in grootte en tijd hebben.
Dit alles betekent níet dat er geen correlatie zou bestaan tussen demping en regen; integendeel, uit de veelvoud aan literatuur (b.v. [7, 8]) blijkt dat wel degelijk het geval te zijn. Voor 'line-of-sight'-verbindingen geldt wel dat deze correlatie beter te bepalen is dan voor satellietverbindingen omdat de hoeveelheid regen op dit pad veel moeilijker te bepalen valt [9, 10]. Het bovenstaande toont wél aan dat een regenmeter vlakbij de antenne volstrekt onvoldoende is en dat enig verder onderzoek hieraan niet zinvol is. Het zou nog wel zinvol kunnen zijn eventuele cumulatieve verdelingen te vergelijken.

7. CORRELATIE TUSSEN DE 11 GHz RADIOMETER EN DE DEMPING VAN HET $\overline{TM}$-BAKEN

Het grondstation heeft de beschikking over een radiometer op 11 GHz [11]. De taak van de radiometer is het meten van de atmosferische ruis in de richting van de satelliet. Door de ontvangen ruis te vergelijken met een standaard ruisbron kan hieruit een z.g. 'sky noise temperature' afgeleid worden, d.w.z. een soort ruistemperatuur van de hemel. Normaal zal deze temperatuur erg laag zijn, omdat de antenne het koude heelal ziet. Een regenbui zal deze temperatuur doen stijgen, afhankelijk van de grootte en intensiteit. Dit medium kan dan ook opgevat worden als een zwart lichaam met een bepaalde temperatuur, dat een bepaalde hoeveelheid ruis uitzendt, die op bovenstaande manier gedetecteerd kan worden.
Een relatie kan opgesteld worden door de gemeten ruistemperatuur te vergelijken met de dempingen, die gemeten zijn m.b.v. het baken van de satelliet. Op deze manier kan de radiometer geijkt worden en de gemeten ruistemperatuur omgerekend worden naar demping in een dB-schaal. Uiteindelijk kunnen dan optredende dempingen op een satellietpad bepaald worden zonder rechtstreeks aan een baken te meten [12].
Deze radiometer kwam pas half augustus 1979 ter beschikking; na dit tijdstip traden maar twee 'events' op. Voor een goede analyse is dit veel te weinig. Wel blijkt dat de correlatie bijzonder goed is en de resultaten veelbelovend.

SLOTWOORD

Dit artikel is een uittreksel uit het afstudeerverslag van de auteur, hetwelk heeft geleid tot het behalen van het ingenieursdiploma aan de Technische Hogeschool te Eindhoven. De auteur is dank verschuldigd aan de medewerkers van de vakgroep Telecommunicatie EC; zonder deze medewerking zou bovenstaand resultaat niet mogelijk zijn geweest. Voorts is een dankwoord verschuldigd aan Mevr. L. de Jong-Vriens, die dit artikel heeft uitgetypt.

LITERATUUR

[1] E.J. Maanders,
'Propagatieexperimenten met geostationaire satellieten bij frequenties boven 10 GHz.'
In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

[2] 'System overview of earth station no. 11',
C. Hansen and E. Maanders,
Paper presented at the second OTS Experimenters Meeting,
Paris, France, March 15-16, 1979.

[3] 'Ontvangsystemen voor propagatiemetingen m.b.v. phase locked loops',
J. Ouderling,
Afstudeerverslag T.H.E., vakgroep EC, maart 1978.

[4] 'Signaalverwerking van OTS-gegevens',
K. Holleboom en J. Wagemans,
In dit nummer van het NERG Tijdschrift.

[5] 'Proceedings of the second OTS Experimenters Meeting',
Paris, France, March 15-16, 1979.

[6] 'Digital communications by satellite',
J. Spilker,
Prentice-Hall, 1977.

[7] 'The role of rain in satellite communications',
D. Hogg, T. Chu,
Proceedings IEEE, vol. 63, no. 9, pp. 1308-1332,
September 1975.

[8] 'The aR^b relation in the calculation of rain attenuation',
R. Olsen, D. Rogers, D. Hodge,
IEEE Transactions on Antennas and Propagation,
Vol. AP-26, March 1978.

[9] 'Attenuation due to rain on a terrestrial path',
F. Fedi,
Alta Frequenza, Vol. XLVIII, no. 4, Aprile 1979.

[10] 'Attenuation due to rain on a slant path',
G. Brussaard,
Alta Frequenza, Vol. XLVIII, aprile 1979.

[11] 'Een radiometer op 11 GHz in twee orthogonale polarisatievlakken', D. Tits, Afstudeerverslag THE, vakgroep Telecommunicatie, februari 1979.

[12] 'Het radiometer experiment bij 30 GHz',
F. Zelders, Tijdschrift Nederlands Radio Genootschap, deel 42, pp. 71-80, 1977.

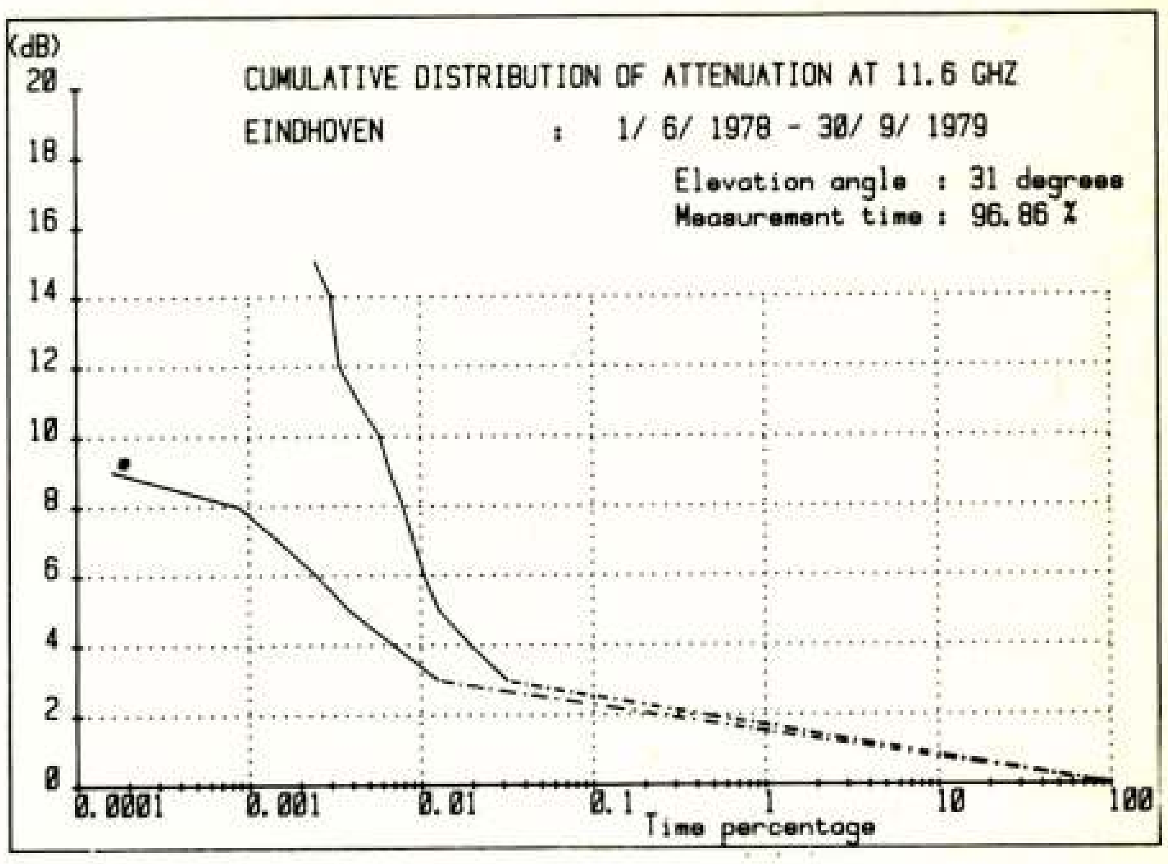


Fig. 20 : Individuele cumulatieve verdelingen van demping op 11,6 GHz: juni t/m dec.1978*;jan. t/m sept.1979.

Voordracht gehouden op 19 december 1979 in de THE, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 285), de Benelux Section IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

NEDERLANDSCH RADIO GENOOTSCHAP

No. 7

SECRETARIAAT
VAN SOUTELANDELAAN 35. TEL. 721132
's GRAVENHAGE

PENNINGMEESTER:
DE CARPENTIERSTRAAT 108. TEL. 773086

REDACTIE:
OUDE UTRECHTSCHEWEG 8. TEL. 2732
BAARN

No. 1420

Gelieve dit nummer bij beantwoording te vermelden.

BETREFFENDE:

zitting

's GRAVENHAGE, 1 Februari 1941

den Heer Procureur Generaal
fung. Directeur van Politie
's Gravenhage

Ondergeteekende geeft U kennis van de voorgenomen plannen tot het houden van een zitting van het Genootschap op 14 Febr. a.s. te den Haag ; een en ander volgens bijgaande uitnoodiging .

De Secretaris

GEEN BEZWAAR
mits geen onderwerpen van politieken aard worden behandeld.

DE PROCUREUR-GENERAAL
fgd. Directeur van Politie,
NAMENS DEZEN,
De H. d. ambtenaar te gevoegd,

464

Electronische Omroeptechniek

ir. S.J. Noteboom
NEDERLANDSE OMROEP STICHTING

Summary: Broadcasting Technology
New technologies and there applications in the near future are dealt with from a point of vieuw of a small industrialised country as Holland. The difference in approach towards implementation of teletext and direct satelite broadcasting versus cable are considered.

Omroep in de zich ontwikkelende technologie

In een gedurige wisselwerking van technologie en programmatische wensen worden aard en omvang van studio's, reportage eenheden en de daarin opgestelde apparatuur beïnvloed.
Dit is met name van belang voor de uitrusting van de huidige nieuwbouw, het film- en video-montage-centrum en het schakel-presentatie- en weergeefcentrum. Dit omdat gedurende de bouwtijd het technisch operationeel gebruik zich nog wijzigt en voorkomen moet worden, dat de installaties bij de ingebruikneming reeds verouderd zijn.
Het actualiteits-streven bij radio en televisie om het nieuws te presenteren vanuit de plaats van het gebeuren, de afnemende belangstelling van publiek om zich naar studio's te begeven en de mogelijkheden om technische produkties te maken als in figuur 1 aangegeven zijn daarbij belangrijke invloedsfactoren voor de dienstverlening ten behoeve van het programma.

ASPECTEN HUIDIGE STUDIOTECHNIEK

EIGEN PRODUCTIES:
- OPNAME IN STUDIO'S:
  - AFNEMING PRODUCTIES MET PUBLIEK
  - TOENAME PRODUCTIES MET TECHNIEK TRUCAGE, O.A. CHROMAKEY BEELDMENGING, MAQUETTES SPECIAL SOUND
  - GEVOLG: UITBREIDING TECHNIEK AANGEPASTE ACOUSTIEK
- OPNAME OP LOCATIE
  - BEELDBAND NAAST FILM
  - COMPACTER MOBIELE UNITS; O.A. ENG
  - REGISTRATIE TER PLEKKE
- ACTUALITEITEN EN PROGRAMMA-UITWISSELING VERTALING EN ONDERTITELING

KOOPPRODUCTIES: FILM EN BEELDBAND MONTAGE, VERTALING, ONDERTITELING

UITZENDING: SIGNAALBEHANDELING VOOR MG-UITZENDINGEN EN VOOR FM. STEREO-TESTUITZENDINGEN

figuur 1.

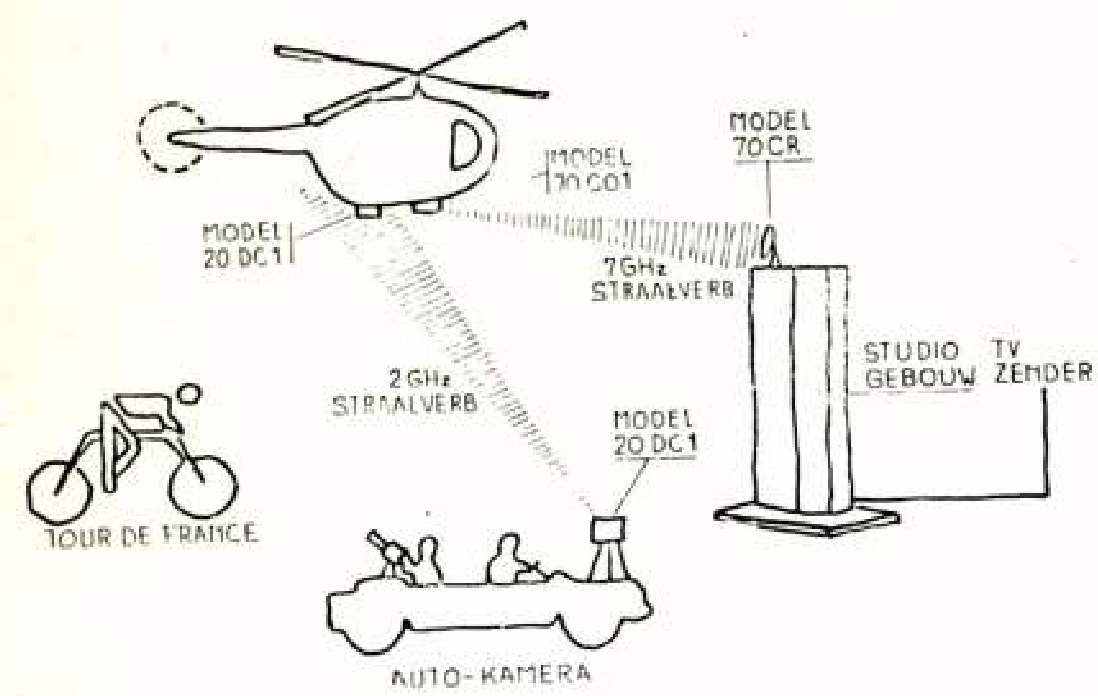
Daarnaast heeft de omroep te maken met nieuwe ontwikkelingen zoals in figuur 2 aangegeven, die gedeeltelijk ook in andere landen al zijn ingeburgerd.
Het is maar een greep uit de variëteit aan zaken, die in het verschiet liggen en de doorwerking ervan enerzijds naar de belanghebbenden - de kijker en luisteraar en anderzijds de producent - d.w.z. de omroep, is ook steeds uiteenlopend.

TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN

- DIREKTE HF-VERBINDINGEN t.b.v. ACTUALITEITEN o.a. ENG.
- DIGITALE REGISTRATIE EN OPNAME-TECHNIEKEN.
- PROCESBESTURING VAN DE PROGRAMMA-CONTINUITEIT.
- IDEM t.b.v. LIJNENBESCHAKELING.
- BEELDBANDGEBRUIK VERSUS FILM.
- TIJDCODERING t.b.v. FILMMONTAGE.
- TELETEXT.
- SATELLIET-OMROEP EN KABELTRANSPORT.
- EXPANDED BANDWIDTH SYSTEM (EBS)
- SELECTIVE PROGRAMME INFORMATION (SPI)

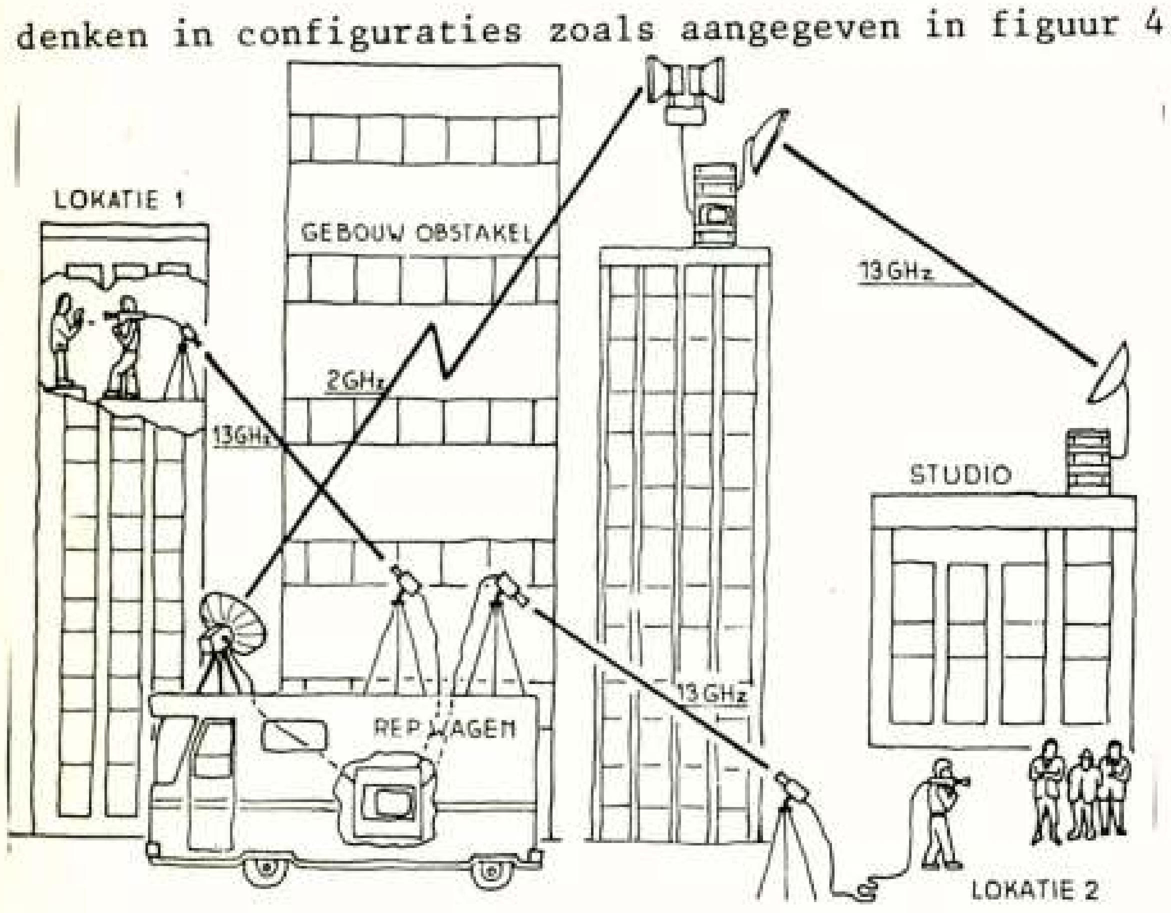
figuur 2.

De directe HF-verbindingen ten behoeve van rijdende, varende of vliegende camera's bij uitzendingen over grotere afstand, zoals wielerwedstrijden, speedboatraces en dergelijke worden tot dusverre op experimentele basis voor dit mobiele traject geheel verzorgd door P.T.T. afd. mobiele straalverbindingen (SV)
Het eerste traject d.w.z. tussen de mobiele camera en de relais (centraal) post zal worden overgenomen door de N.O.S. De verbinding van het relais naar het vaste P.T.T.-straalverbindingsnet d.w.z. de SV-toren blijft tot de verantwoordelijkheid van P.T.T. behoren.



Figuur 3 geeft schematisch aan hoe zo'n verbinding eruit kan zien waarbij gemakshalve studio en SV-toren gecombineerd zijn geschetst.

Het laat zich met name in de actualiteitensfeer goed voorstellen - naar het Amerikaanse voorbeeld - om te denken in configuraties zoals aangegeven in figuur 4.



In dat geval spreekt men van electronische nieuwsgaring ENG. Daarbij wordt uitgegaan van de kleine handzame camera, die via een dunne kabel of HF-verbinding (eventueel SV) is aangesloten op een minireportageauto.
Naast registratie in deze reportagewagen bestaat veelal de mogelijkheid om het signaal via een tweede HF-verbinding direct aan de studio te leveren via het P.T.T.-straalverbindingsnet.
Daarvoor dient de omroep zelf te beschikken over een aantal hoge opstraalpunten, die direct of indirect kunnen worden aangestraald vanaf de reportagewagen. Deze hoge opstraalpunten kunnen op instructie van de reportagewagen - vanuit de studio op afstand worden ingeschakeld en gericht.
De videoverbinding naar de studio zou dan weer via het vaste P.T.T.-SV-net lopen.
Andere configuraties laten zich hierbij gemakkelijk voorstellen. Deze komen veelvuldig in de VS voor.
Op dit moment wordt in Nederland gestreefd naar het gebruik van een aantal zg. vaste inprikpunten die het signaal kunnen toeleveren aan de studio;
In dit stadium met beperkte mogelijkheden tot directe uitzending gezien de beperkte zendtijd ligt deze oplossing met inprikpunten voor de hand.

- Digitale registratie- en opnametechnieken zijn onderwerp van fundamenteel onderzoek van fabrikanten en omroepresearch afdelingen zolang geen overeenstemming is bereikt over de standaardisatie van het benodigde aantal megabits/seconde (Mb/s) is er van integrale toepassing van digitale technieken in de studioproduktie, signaaltransport en programmauitwisseling weinig te verwachten.
Wel zal het U duidelijk worden bij de voordracht: "Toepassingsmogelijkheden van beeldmengers en trucage-apparatuur bij het maken van TV-programma's" dat deze digitale technieken bij de produktie van TV-programma's ruime perspectieven bieden.

- Het bescheiden succes van een min of meer volledige automatisering van de programma continuïteit in het buitenland met geringe baten en hoge investeringen houden ook ons af van integrale toepassingen.
Daarentegen ziet een met een rekenaar bestuurde beschakelingen van contributie en distributieverbindingen met de daarbij behorende testroutines er meer belovend uit. Naarmate het aantal schakelhandelingen toeneemt, zal dit naar het bijvoorbeeld van Duitsland voor het landelijk/regionaal radio en televisie net onmisbaar blijken.

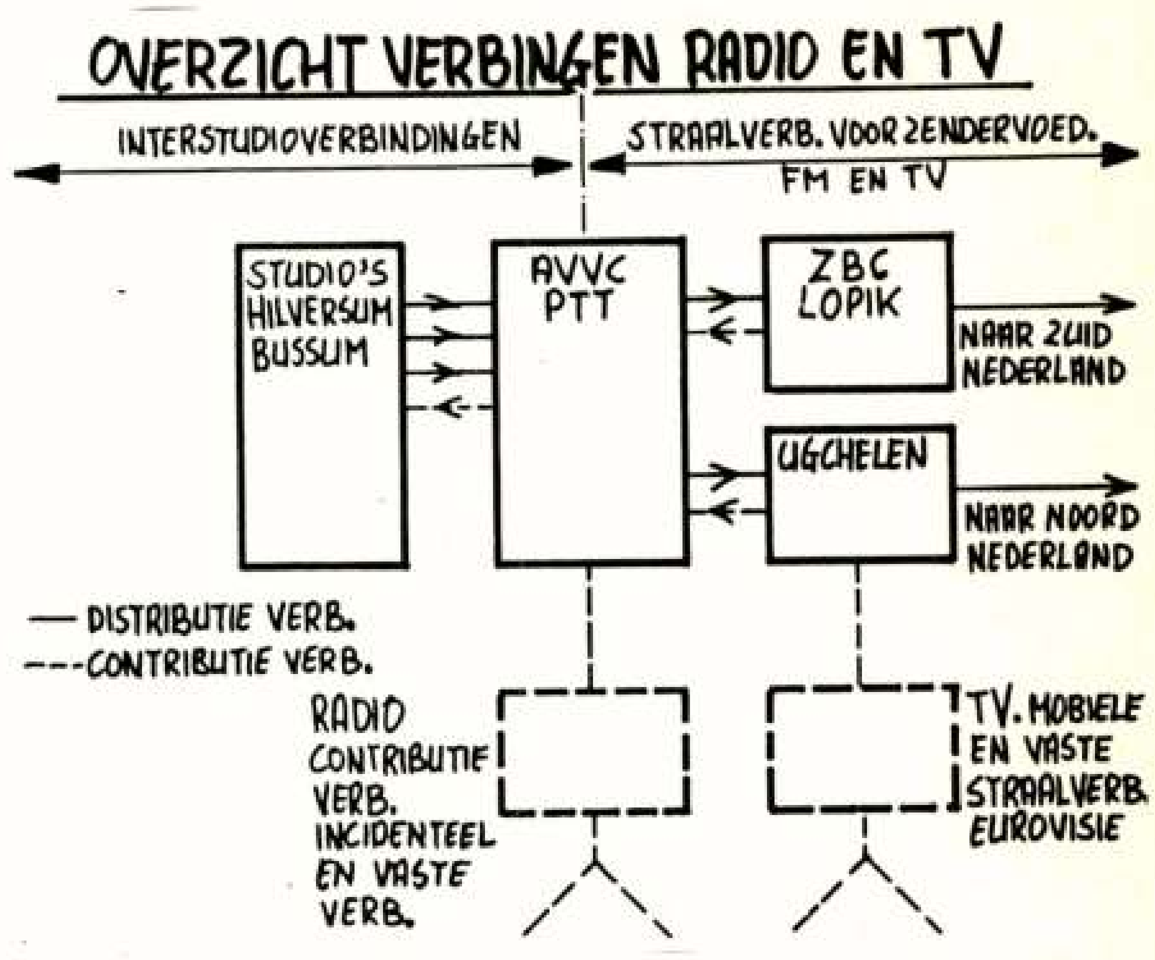
- Overgang van film naar beeldband is mogelijk geworden door de - verkleining zonder evenredig kwaliteitsverlies-van camera's, beeldbandopnemers en nieuwe mogelijkheden om achteraf synchronisatie fouten te corrigeren - tijdbasis correcties. Het daardoor verminderde aanbod van film in de actualiteitensfeer heeft grote verschuivingen opgeleverd van film naar beeldband.
Deze ontwikkeling heeft ondermeer in het afgelopen jaar geresulteerd in het besluit om het geprojecteerde aantal montage-kamers in de nieuwbouw van 65 stuks terug te brengen op 53 stuks, waarvan 13 stuks zijn geprojecteerd als videomontagekamers.
Deze videomontage-eenheden hebben een naar verwachting 3 tot 10 maal hogere produktiviteit.
Dit voorkomt het hoge uitbestedingspercentage voor filmmontage en de aanvankelijk geprojecteerde eigen personele en materiële uitbreiding in die sector.
Bij de aanvankelijke opzet van het nieuwe "filmcentrum" was het ondenkbaar dat de technische vorderingen dit al mogelijk en nu dus ook wenselijk zouden maken.

De voor montage op videoband benodigde machines voor nabewerkingen voorzover het niet gaat om zg. offline-editing - zijn van professionele kwaliteit. Daar het hier gaat om hoge investeringen zal tot het laatste moment moeten worden gewacht om een definitieve apparatuur keuze te maken voor de voor de naaste toekomst te gebruiken 1 inch videoband standaard.
De samenhang met de beschikbaarheid van een portabele professionele videorecorder van deze zelfde standaard is daarbij mede bepalend voor deze keuze.
De rol van de film is echter in genendele uitgespeeld als gevolg van de vergaande standaardisatie en de mogelijkheid om vrijwel overal te kunnen worden ontwikkeld gemonteerd en afgespeeld.
In EBU-verband en bij de industrie wordt dan ook voortgegaan om de verwerkingsmogelijkheden met film te verbeteren.

•Teletext en Viewdata zullen binnenkort naast elkaar in Nederland hun "markten" betrekken beide volgens de beperkte systemen zoals in Engeland gehanteerd d.w.z. met dezelfde TV-ontvangers.
Omdat er internationaal weinig neiging bestaat tot standaardisatie is het maar de vraag in hoeverre deze experimenten leiden zullen tot de keuze van een optimaal systeem.
Dit geldt o.a. ten aanzien van de alfabetten, waarbij in de ons omringende landen duidelijk andere eisen gesteld worden. De EBU streeft ernaar om wat dat aangaat tot een aanbeveling te komen. Ondermeer wordt gesproken over een compromis, polyglot geheten.

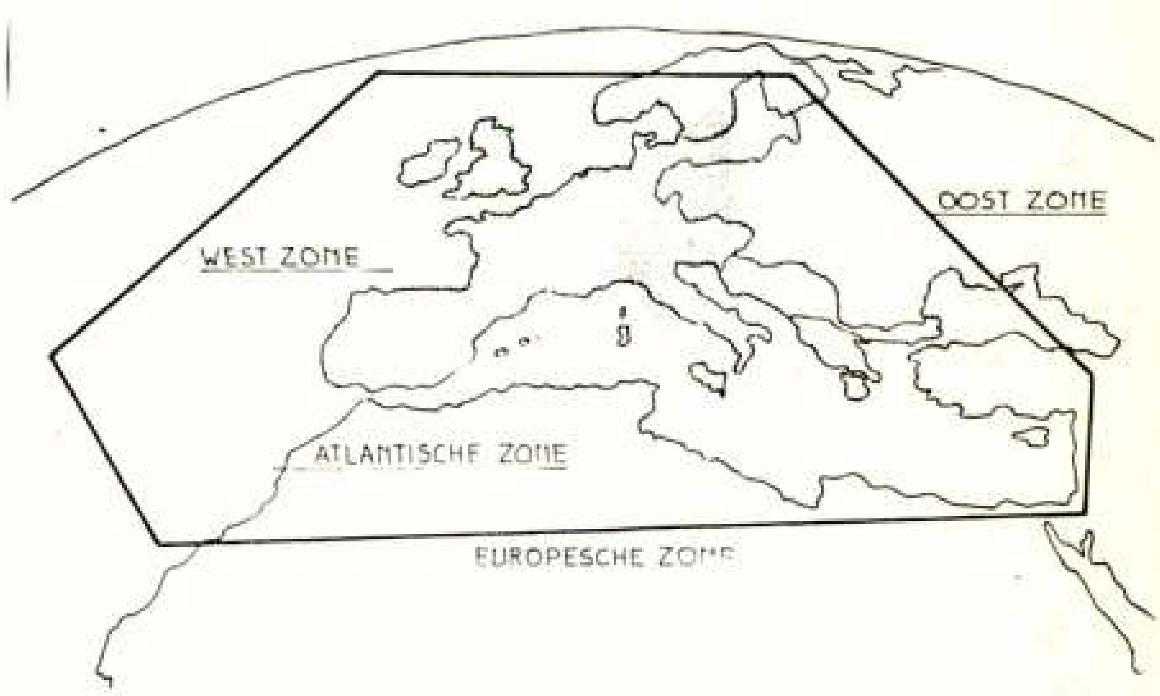
•<u>Gebruik van satellieten door of t.b.v. de omroep</u>

I. Algemeen mag als bekend worden verondersteld het huidige (mede-) gebruik van Intercom Satellieten voor intercontinentale beeld en geluidoverdracht ten behoeve van de toelevering van programma's. Een bandbreedte equivalent van enige duizenden telefoonkanalen wordt daarbij voor de duur van de uitzendingen gehuurd.
Bekende voorbeelden van programma soorten zijn: Wereldkampioenschappen, bokswedstrijden enz. De daarvoor gebruikte Europese P.T.T. grondstations zijn ondermeer Raisting, Fucino, Pleumeur-Bodou, Goonhilly Downs, Buitrago.
In Nederland wordt Burum voor dit doel (nog) niet gebruikt.
De verbindingen van het gekozen grondstation naar de studio centra geschiedt via het SV-net van Eurovisie resp. Intervisie welke netten voor programma uitwisseling binnen Europa worden gebruikt.



Het Eurovie-net kent een aantal schakelcentrales, waaronder dat voor Nederland het AVVC. (zie figuur 5).
Centrale coördinatie voor continentale en intercontinentale programma-uitwisseling geschiedt in het EVC te Brussel door de EBU.

II. Doordat het aantal gelijktijdig uit te wisselen programma's voortdurend toeneemt ontstaan er congesties met name in het schakelpunt Frankfurt en bepaalde drukbezette SV-circuits.
Om die reden overweegt men binnen de Europese zone gebruik te gaan maken van een satelliet de zg. Europese Communicatie Satelliet (ECS) met 4 bundels, waarmee men de totale Europese zone en ook 3 deelzones afzonderlijk kan bestrijken voor programma uitwisseling - zie figuur 6.



Om deze plannen te kunnen uitvoeren heeft men een studie aangevangen waarbij de omroep Test Satelliet (OTS2) met verplaatsbare bundels is gelanceerd en waarmee onder leiding van door de Europese P.T.T. - de CEPT - opgerichte organisatie Interim Eutelsat in samenwerking met ESA en de EBU landen wordt geëxperimenteerd.
Bij toerbeurt worden deze experimenten verricht door ondermeer de research afd. van de ARD-IRT,

de BBC, IBA-UK en de Franse P.T.T./Omroep combinatie.
Deze studie moet ondermeer leiden tot bepaling van de gunstige plaatsen van de grondstations en de haalbaarheid van meer dan 1 TV-kanaal per transponder in de praktijk te onderzoeken.

Deze studie sluit aan op andere experimenten van NASA (ATS 6-1974), CTS 1976-Canada, en de BSA 1978-Japan en verlopen tot dusverre zo gunstig dat de technische haalbaarheid van dit project nu wel vast staat.
Vermeld kan nog worden dat de IBA een transportabel grondstation heeft gebouwd dat met de OTS 2 kan worden gebruikt voor proefnemingen en rapportages.

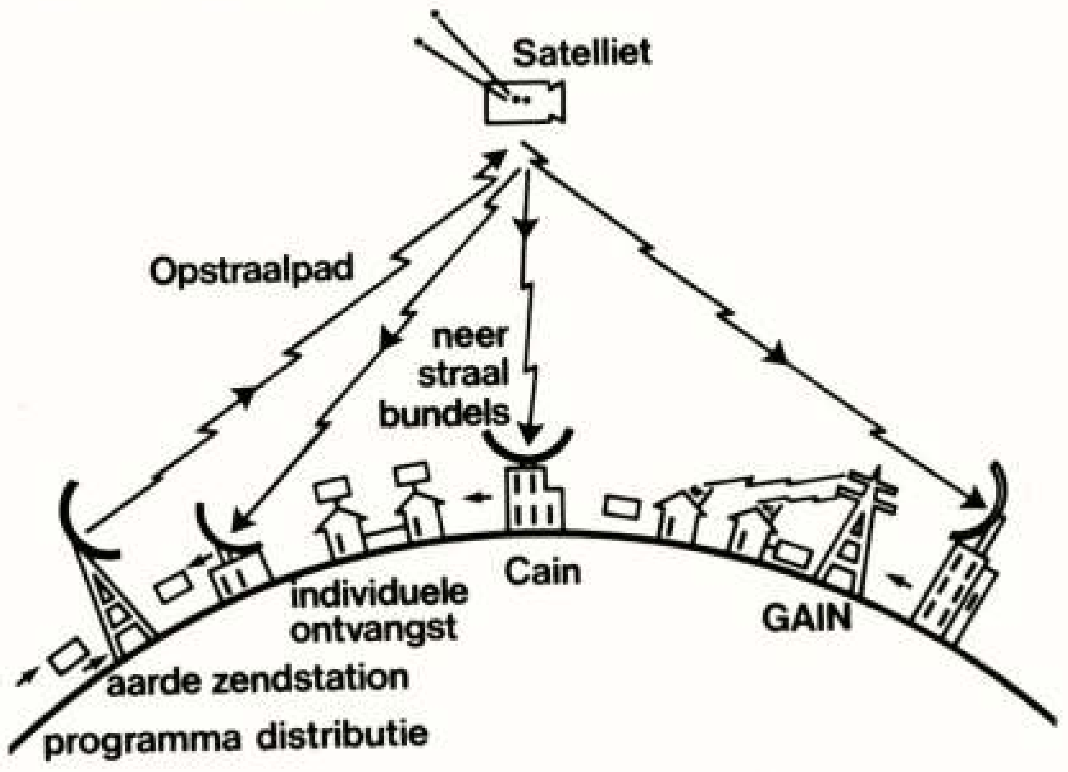
III. Directe omroepsatelliet

Gelet op de resultaten met een aantal van de eerder vermelde experimenten heeft men in 1977 een Wereldconferentie gehouden, waarbij voor de toepassing van directe satellietontvangst voor Europa/Afrika een frequentie-gebied van 11,7 - 12,5 GHz en voor de rest van de wereld 11,7 - 12,2 GHz een kanalenraster (zie figuur 7) werd vastgesteld.

PLANINDELING WARC-1977 VOOR BS IN REGIO 1

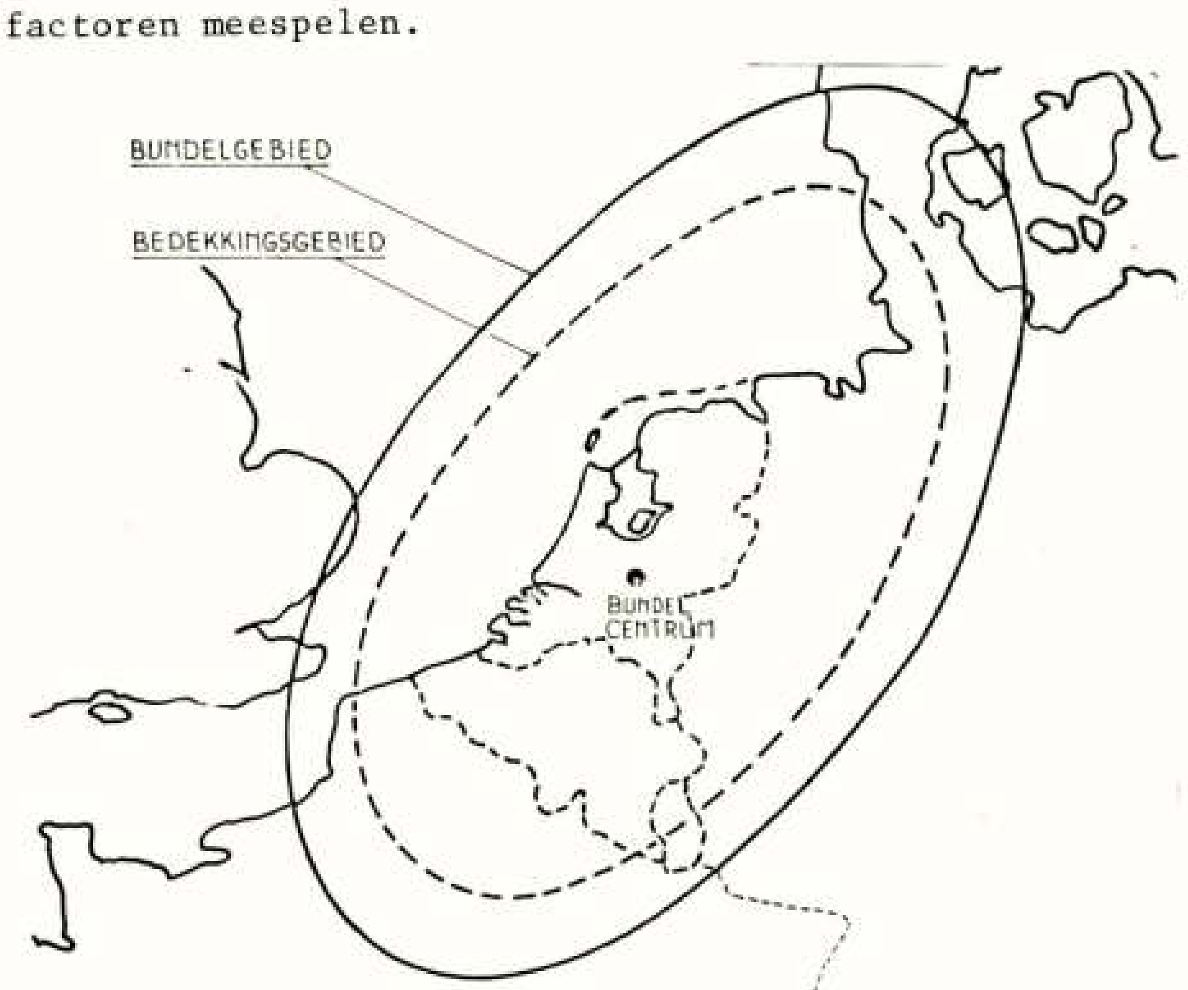
Groep	Kan.	31° WL D	31° WL I	25° WL D	25° WL I	19° WL D	19° WL I
1	1 5 9 13 17				LBY 1 +5 +4 +4 +4 +4	F -1 -2 -2 -2 -2	
2	2 6 10 14 18	IRL +7 +7 +7 +5 +5	GMP +2 +2 +3 +3 +3	ALG 1 0 0 0 0 0	TGO -2 -2 -2 -2 -2	ZAI 2 +1 -1 +1 +1 +1	D +1 +1 +1 -0 -0
3	3 7 11 15 19	LBR +4 +4 +4 +4	POR -15 AZR -5		LBY 2 +3 +3 +3 +3 +3	LUX -4 -4 -4 -4 -4	DAH +3 +3 +3 +3 +3
4	4 8 12 16 20	G +3 +3 +3 +3 +2	CVP +4 +4 +4 +4 +4	ALG 2 +4 +4 +4 +4 +5		ZAI 1 +4 +4 +4 +4 +6	AUT -0 -0 0 0 +1
5	21 25 29 33 37	HVO -0 +2 +2 +2 +2	ISL +7 +9 +9 +9 +9		MRC +6 +3 +3 +3 +2	BEL 0 -1 -1 -1 -1	NMB -0 -0 -0 -0
6	22 26 30 34 38		CTI -1 -1 -1 -1 -1	TUN +2 +3 +3 +3 -1		NIG +4 +4 +4 +4 +4	SUI +2 +2 +2 +2 +2
7	23 27 31 35 39	SRL +2 +2 +2 +2 +2	CNR - 19 E 8	GHA +3 +3 +3 +3 +3		HOL -0 0 0 0 0	GNE 0 0 0 0 0
8	24 28 32 36 40				NGR +4 +4 +4 +4 +5		I +3 +3 +3 +3 +4

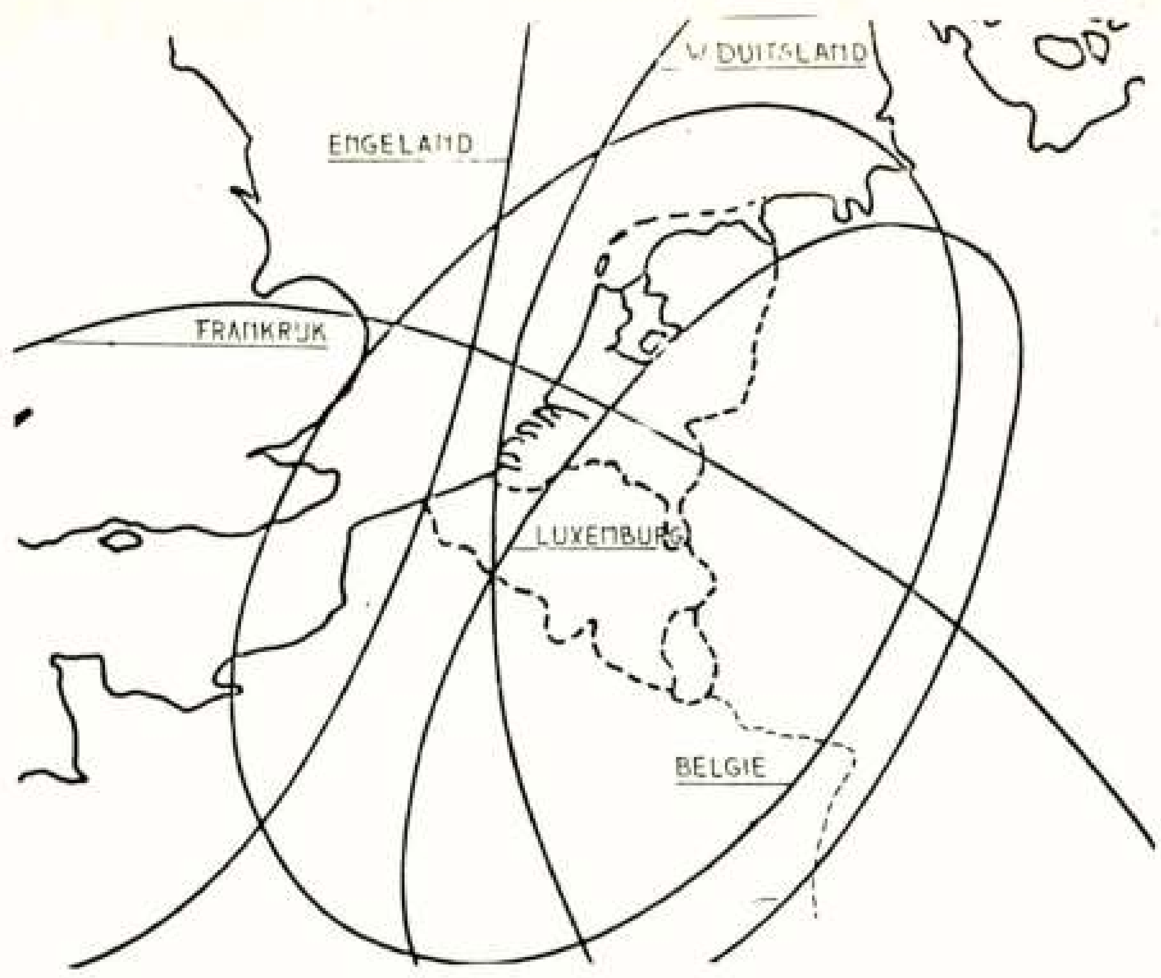
Daarbij heeft iedere groep van landen een bepaalde baanpositie waarbij ieder land voor nationale verzorging 5 kanalen van 27 MHz kreeg toegewezen.
De combinaties van geografische scheiding met baanposities en kanaalafstanden dragen bij tot stoorafstanden tussen kanalen onderling van tenminste 31 dB, welke noodzakelijk wordt geacht.
Als onderste grens voor het vermogen van het gewenste signaal geldt - 103 dBW/m^2.
Daarmee is directe TV-ontvangst met een schotel van ca. 90 cm binnen het eigen verzorgingsgebied mogelijk.



Figuur 8 geeft een aantal mogelijk configuraties weer.

De bedekking van de landen zijn binnen technische mogelijkheden aangepast aan de grootte van die landen. Beperkingen daarbij zijn de afmetingen, de vorm en de ligging van landen en de minimum bundelhoek van 0,6 wat op onze breedtegraad een soort van ellips van minimum 300 bij 600 km betekent.
Deze eivormige oppervlakte van de bundeldoorsnee is mede een oorzaak dat bedekking en landsgrenzen verre van samenvallen (zie figuur 9 en 10), waar door het verschijnsel van overspill ontstaat. Financieel en technisch gezien is het gebruik van satellietomroep interessant voor grote landen. Voor de bedekking van landen als Nederland en Belgie zijn globaal de jaarlasten voor 1 TV net per satelliet 10x die van een aards net d.w.z. ± 60 miljoen.
De voordelen zijn thans daarmede pas zichtbaar wanneer men 10x zo veel grondgebied heeft en ook andere factoren meespelen.





Een volledige landelijke bedekking van 100% is echter veelal op geen enkele andere wijze bereikbaar.
Voor een land als West Duitsland betekent een vervangend satellietkanaal een verlaging van de exploitatie met een factor van ca. 5 x met het bijkomende voordeel van een vrijwel volledige bedekking en grotere systeem-betrouwbaarheid, d.w.z. met één reserve satelliet in de "lucht" en tevens één op de grond.
De overgangstijd gedurende het simultaan gebruik met het aardse net vergt echter ongeveer 20 jaar, zodat men de exploitatie voordelen slechts op lange termijn kan verzilveren.

De mate van overspill d.i. de bedekking van aangrenzende landen wordt politiek en commercieel verschillend gewaardeerd.
Voor enkele landen als Luxemburg met een procentuele zeer grote overspill is het vrije commerciële gebruik met name t.o.v. landen zonder commerciële dan wel commercieel sterk gereglementeerde omroep aantrekkelijk, maar uiteraard voor deze landen onaanvaardbaar.

Overigens sluit het Radio Reglement van de ITU het feitelijk gebruik voor verzorging buiten de landsgrenzen uit, zeker voor wat betreft een vooropgezette bedoeling daartoe. Daarin is in het geval Luxemburg, Monaco wel sprake, van bij satellietgebruik.

Gegeven ook de industriële belangen die een rol spelen is het niet verwonderlijk, dat Frankrijk en Duitsland op Regeringsniveau hebben besloten om samen te werken. Het antwoord van de overige landen waaronder Engeland en Italie daarop wordt de zg. Large Satellite - L-sat. De voorsprong van Duitsland op satellietgebied met Messerschmidt - Bölkow - Blohm (MBB) en de Franse ervaring met de lanceerraketten is directe aanleiding tot genoemde samenwerking.

Tevens kan men dan met het opgang brengen van deze omroepsatelliet aanvankelijk volstaan met één gemeenschappelijk Duits-Frans exemplaar om de aanloopkosten te drukken. Het wederzijds belang van de nationale omroep zal de Fransen ertoe brengen om het radio Luxemburg politiek moeilijk zo niet onmogelijk te maken als "Satelliet piraat" op te treden.
In Europees verband bestaat overigens ook nog het plan om door een combinatie met een overgangsoplossing van de omroepsatelliet en de Eurovisie Satelliet (ECS) de aanloop verder te vergemakkelijken.
De financiële kwetsbaarheid van een Luxemburgsche satelliet maakt het dan zeker riskant om daaraan zelfstandig te beginnen.
Maar men weet natuurlijk niet wat het de industrieën waard is, om toch een grote satellietmarkt open te breken en de politieke en financiële weerstanden te overwinnen.
De uitgebreide mogelijkheden van de satelliet toepassingen, waarbij gesproken werd over tientallen programma's wordt overigens in Europa ook gehinderd door taalbarrières en politieke inzichten om maar te vermelden de vrije uitwisseling van informatie tussen Oost en West Europa. Tenzij commerciële toepassingen vrij spel krijgen lijkt het weinig waarschijnlijk dat in de Europese situatie op grote schaal en op korte termijn directe omroep vanuit de satelliet van de grond komt.
Krijgt een van de Europese landen de gelegenheid om uitgebreid gesponsorde programma voor (mede-) ontvangst buiten de landsgrenzen te verzorgen, dan kunnen anderen niet uitblijven en ontstaat er een commerciële nek aan nek race, die zijn weerga niet kent.
In dat geval is voorwaarde de ondertiteling of nasynchronisatie van het geluid in de taal van de te bedekken nabuurlanden.
Voor de grote landen als Rusland, de USA, Japan, India, Canada, Australië zijn enerzijds de voordelen van de omroepsatelliet van bedekking evident, terwijl anderzijds het probleem van kleine landen en taalbarrières niet bestaan. Daardoor is dan ook nu al een markt aan het ontstaan met name voor grondstations en individuele ontvangschotels met FM-AM convertors. Er bestaan in de USA al meer dan 200 opstraal stations voor omroeptoepassingen.

Om redenen van technische aard is men er in landen als Frankrijk overigens op uit om de huidige nationale aardse TV-netwerken voor regionale bestemming op te delen.
De nationale netten worden dan vanuit de satelliet voordeliger en beter verzorgd.

Daarbij behoudt men de mogelijkheid in bepaalde situaties terug te kunnen vallen op de nog beschikbare regionale zenders in landelijk verband.
Voor dergelijke landen is ca. 100% verzorging vanuit kabelnetten te kostbaar en ondenkbaar.

Voor de Beneluxlanden zijn overigens de mogelijkheden voor programma-uitbreiding met aardse TV-netten voor de nationale verzorging nog ruimschoots aanwezig en zijn slechts exploitatie-nadelen voor de overgang op satelliet aanwezig.
Zelfs bij een zg. satellietoorlog zou voor Nederland en België ter bescherming van het eigen programma en de adverteerders een eigen derde TV-net dan wel een derde nationaal of regionaal kabelprogramma op commerciële basis het antwoord daarop kunnen zijn.
En juist ook daar biedt de kabel na oplossing van juridische en auteursrechtelijke problemen alle mogelijkheden.
Voor de Benelux is de kabel al zover ingevoerd dat het gezien ook de verdere ontwikkeling met glasvezel technieken voor de hand ligt om de oplossingen voor regionale en nationale uitbreiding en directe internationale uitwisseling uitsluitend via de kabel in combinatie met aardse SV-netten te doen.
Eens te meer reden om de voorwaarden voor het gebruik van kabelnetten voor zowel omroep of welk ander eenrichting of tweerichting verkeer juridisch zeer goed in de greep te krijgen.

Voordracht gehouden op 8 november 1979 bij de NOS te Hilversum tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 283), de Benelux Section IEEE en de Sectie Telecommunicatietechniek KIvI.

VAN HET BESTUUR

DINGEN KOMEN EN MENSEN GAAN VOORBIJ

Utrecht is een stad van torens en met zekere eerbied schrijft men het woord dom zelfs met een hoofdletter. Een toren die er beslist ook wezen mag is de gigant van Holiday Inn. Daar plegen we onze bestuursvergaderingen te houden. De laatste keer deelden we in die hoge vergadertoren de verdieping met een gezelschap neurologen. Wie weet wat er aan goede interdisciplinaire onderwerpen uit de bus gekomen zou zijn als we in hetzelfde zaaltje overlegd hadden. Die neurologen met hun analytische benadering en wij met ons pragmatisch zoeken naar een synthese. Zij met hun Pavloviaanse hond en wij met onze Mexicaanse. Een slordige gedachte natuurlijk zo'n gezamelijke bestuursvergadering en wat die honden betreft: die hadden er waarschijnlijk ook geen brood van gegeten....

Telkens als ons Genootschap een feestelijke herdenking nadert kent men in het bestuur de afweging van plannen tegen de mogelijkheid van uitvoering. Zo lezen we op blz. 43 van deel 26 van ons Tijdschrift dat men komt tot realistische voorstellen voor de viering van het 40-jarig bestaan "nadat enige tamelijk grootscheepse plannen als minder geschikt terzijde werden geschoven....". Ook nu is het bestuur weer toe aan de realisatie van de 60-jarige feestviering.



Meetwagen en bemanning gereed voor veldsterktemetingen (uit het artikel van Dr. B v.d. Pol, deel 4 van ons Tijdschrift).

OMZIEN IN VERWONDERING

Geen feestelijk herdenken zonder historische terugblik. Zo schetste Prof. Koomans bij het 20-jarig bestaan de beperkingen van het werken met vonkzenders (waarop de pioniers Hertz en Marconi waren aangewezen). *"De aether werd derhalve zoodanig bewerkt, dat deze met tusschenpoozen stootsgewijze eenige snel wegdempende trillingen uitvoerde, waarbij de rusttijden de werktijden duizenden malen overtroffen. Met een dergelijke energietoediening aan den aether, als het ware om het uur een lepel, waren geen grote resultaten te bereiken."* Juist de opwekking van continue radiogolven opende de weg voor radio-omroep en radio-telefonie. En deze technische hulpmiddelen bleken van enorme maatschappelijke betekenis. Waarom eigenlijk? Waarschijnlijk omdat ze zo veel meer overbrengen dan seinen en signalen: de intimiteit van de menselijke stem.

Geen feestelijk herdenken ook zonder een voorzichtige prognose. Daar blijkt in de toekomst soms verrassend veel van uit te komen. Zo vindt men in ons Tijdschrift van 1960 de rede die ons erelid Prof. van Soest hield: "De komende 40 jaren". Er worden een aantal trends geschetst en natuurlijk komt de miniaturisatie ter sprake: *"Gebruik zal worden gemaakt van nieuwe vondsten, die samenstellingen van netwerkelementen zijn; maar daarvóór hoop ik toch dat Tellegen's gyrator als een handig elementje in de winkels verkrijgbaar zal zijn."* Prof. van Soest schetst de noodzaak van intense samenwerking tussen fysici en ingenieurs en hij bepaalt ons (als goed ingenieur) bij het praktisch bruikbare als hij zegt: *"Ik meen ook dat eenvoudige rekenmachientjes over veertig jaar hun intrede in elk huisgezin gemaakt zullen hebben."* Dat was in 1960 toch wel een krasse voorspelling. In oude jaargangen van ons tijdschrift valt het op dat sterk de nadruk ligt op de fundamenteel fysische benadering van de techniek. Hing dit samen met een veel sterkere scheiding tussen de vakgebieden van de natuurwetenschap en de beginnende elektronica? In 1907 construeerde Lee de Forest de eerste triode, maar veel theoretische achtergronden van deze buis ziet men pas veel later besproken in de literatuur (ook in ons Tijdschrift) getuige het artikel van Prof. G.J. Elias in deel 2: "Het electrostatisch veld van eene triode". De eerste elektronenbuizen bereikten de TH-Delft tijdens de eerste wereldoorlog. Zij waren afkomstig uit buitenlandse vliegtuigen die een noodlanding op Nederlandse bodem moesten maken. De jonge Ir. L.H.M. Huydts werd met het onderzoek van deze vreemdsoortige voorwerpen belast in een omgeving die was ingesteld op sterkstroomtechniek met hier en daar een relais. Deze jonge onderzoeker had trouwens moeite om lid te worden van ons Genootschap. Men was in die kring niet zo bar gesteld op ingenieurs met hun praktische benadering. Pas in de dertiger jaren drong de elektronica echt door in de fysische laboratoria om daar niet alleen een onmisbare steun te worden bij het onderzoek van verschijnselen, maar om ook uit vakgebieden als de fysica, de astronomie en de biologie weer vitale impulsen te ontvangen voor de eigen ontwikkeling. Laten we dit omzien besluiten met de woorden van de eerstaangehaalde feestspreker: *"Het is niet wel mogelijk om in een gezelschap als het onze wat nieuws te vertellen; de bedoeling is slechts U voor te gaan om met elkander nog eens onze herinneringen te doorloopen en dan bij*

ad nr 21

NEDERLANDSCH RADIO GENOOTSCHAP

Secretariaat: VAN SOUTELANDELAAN 35, 's-GRAVENHAGE, Tel. 721132

's-Gravenhage, 14 Januari 1942.

UITNOODIGING

tot het bijwonen van de ALGEMEENE VERGADERING,
tevens **64e zitting,** welke zal plaats hebben op
VRIJDAG 6 FEBRUARI 1942,
in **Hotel Boschlust, Bezuidenhout, 's-Gravenhage.**

AGENDA:

Des voormiddags te elf uur:

1. Opening en notulen van de vorige zitting.
2. Verslagen van Secretaris en Penningmeester over 1941.
3. Verslag van de Commissie tot het nazien der rekening en verantwoording van den Penningmeester. Benoeming van een Commissie voor 1942.
4. Bestuursverkiezing. Aan de beurt van aftreden zijn de Heeren Ir. B. D. H. Tellegen, Ir. J. L. van Soest en H. Wesselius Oncken. Het Bestuur stelt voor genoemde Heeren te herkiezen.
5. Samenwerking met de Nederlandsche Natuurkundige Vereeniging.
6. 8. Mededeelingen door den Voorzitter; schorsing der Vergadering.

Des namiddags te dertien uur dertig:

7. Voordracht door Dr. J. BIJTEL, getiteld: „Electrophysiologie en techniek".
8. Voordracht door Ir. J. PIKET, getiteld: „Gelijkstroomversterkers".
9. Rondvraag en sluiting.

HET BESTUUR.

BP

Met de Nederlandsche Natuurkundige Vereeniging is een overeenkomst gesloten, waarbij o.a. de leden van het Genootschap tegen den gereduceerden prijs van f 4.50 per jaar zich kunnen abonneeren op het Nederlandsch Tijdschrift voor Natuurkunde; opgave daartoe, voor zoover dit niet reeds geschied is, bij het Secretariaat van het N. R. G. Verder is wederzijdsche introductie der leden op wetenschappelijke vergaderingen toegestaan; leden van het Genootschap, die een vergadering van de N.N.V. wenschen bij te wonen, moeten zich vóór die vergadering bij den Secretaris van de N.N.V. aanmelden.

Deze uitnoodiging mede te brengen.

19 JAN. 1942
TER KENNISNEMING AAN HET
HOOFD DER PLAATSELIJKE POLITIE
MET VERZOEK OM DOORZENDING
AAN BELANGHEBBENDE.
GEEN BEZWAAR
mits geen onderwerpen van politieken aard worden behandeld.
DE PROCUREUR-GENERAAL
fgd. Directeur van Politie,
NAMENS DEZEN,
De Hoofdambtenaar toegevoegd,

GEMEENTEPOLITIE 's-GRAVENHAGE
ONTVANGEN
20 JAN. 1942
Paraaf 70/120/II
1|2|3|4|5|6|7|8|9|10|11|12 uur

491

voorkant

achterkant

het heden wat langer stil te staan ...."

ELEKTRONICA IN DE JAREN TACHTIG

Ons vakgebied kent intussen een grote verwevenheid met de hele maatschappij. Een beproefd middel om een volle kerk te trekken is om daar te spreken over de sociale implicaties van de chips. Dit ondervond het NERG-lid Ir. Vles. Ter gelegenheid van het tienjarig bestaan van Holland Dataplan organiseerde hij een drietal symposiumdagen in de voormalige Ronde Lutherse kerk in Amsterdam. Omdat er een anoniem comité 'Ban de chip' met gewelddaden had gedreigd waren er extra veiligheidsmaatregelen vereist. De deelnemers bereikten behoedzaam hun zitplaatsen via de ondergrondse gang uit het Sonesta Hotel, waarvan de koepelkerk nu een dependance is. Eén van de sprekers was Prof. Christopher Freeman, die ook op 27 mei a.s. onze feestvergadering in Eindhoven zal opluisteren. Bij die gelegenheid zal hij spreken over *"Invention and Innovation in Electronics Industry"*. De Science Policy Research Unit, waarvan Prof. Freeman directeur is, werd in 1966 opgericht aan de Universiteit van Sussex. Uit het laatste jaarverslag dat ons onlangs bereikte citeren we: *The primary aim of the Unit is to contribute through its research to the advancement of knowledge of the complex social process of research, invention, development, innovation and diffusion of innovations, and thereby to a deeper understanding of policy for science and technology. Thus the expression 'Science Policy' is used in the name of the Unit as shorthand for 'Science and Technology Policy'. The Unit's central interest is in policy for the professional research and development network and the way in which this social sub-system interacts with society as a whole.* Uit deze uiteenzetting zal het duidelijk zijn dat de Science Policy Research Unit zich niet richt op wetenschapsfilosofie, maar primair op de oplossing van socio-economische vragen die de doorwerking van de technologie in de maatschappij teweeg brengt. Het interdisciplinaire team van Prof. Freeman werkt niet alleen aan opdrachten in geïndustrialiseerde landen, maar ook in de derde wereld. Het zou waardevol zijn als de speciale werkvergadering over verleden en toekomst van ons vakgebied ons helpt in onze visie op de plaats van ons vak in het gehele maatschappelijke bestel.



collegiaal treffen tijdens de lunch op een werkvergadering

De feestelijke herdenkingsdag in Eindhoven zal uiteraard ook sterk het karakter dragen van een reunie van vakgenoten. We bereiden ons op een grote opkomst voor. Voor de begeleidende dames komt er een excursie. De opkomst bij onze werkvergaderingen geeft de laatste jaren geen reden tot klagen. Integendeel, soms overtreft de belangstelling ruimschoots het aantal beschikbare plaatsen. Helaas hebben we al verschillende malen een zware overtekening gehad, waarbij tientallen liefhebbers moesten worden afgeschreven. Voor de in februari gehouden dag over digitale audiotechnieken schreven ong. 70 mensen méér in dan de zaal bevatten kon. Wij hopen op de medewerking van het Philips Nat. Laboratorium om deze themadag te kunnen herhalen. Dat bleek ook mogelijk voor de dag gewijd aan studiotechniek en er wordt nog steeds gewerkt aan een nieuwe dag over luchtverkeersgeleiding.

Als steeds staat het bestuur open voor voorstellen en suggesties uit de ledenkring. Er bereikten ons reeds een aantal verzoeken, o.a. om de prijs van nascholingsdagen betaalbaar te houden, om meer diepgang te geven aan de werkvergaderingen en om zo nu en dan eens een dag te wijden aan een theoretisch thema. Verder is het de bedoeling zo nu en dan eens een regionale bijeenkomst op touw te zetten. Zo'n bijeenkomst zou weer een heel ander karakter moeten hebben dan een landelijke werkvergadering. Het beleid van het Genootschap gaat alle leden aan en de jaarlijkse algemene ledenvergadering is als confrontatie en brainstorming een zinvolle zaak.

W.H.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Prof.dr.ir. J.C. Arnbak, Technische Hogeschool, EH 11.18
Postbus 513, Eindhoven
Ir. K. Breukers, Tarwelaan 69, Eindhoven
J.W. van Dael, Alexanderlaan 13, Hilversum
Dr.ir. J. van Dam, Javastraat 61, Den Helder
Ir. P.C. Demmer, Merelhoven, 26, Capelle a/d IJssel
Ir. J.A.W. Faatz, Oranjestraat 9, Nuenen
Ir. G.M.L.J. Gielen, Candidaschouw 23, Zoetermeer
Ir. C. Hansen, Urkhovenseweg 64, Eindhoven
Ir. G. Hoenink, Kruiszwin 1288, Den Helder
W. Hoving, Timorstraat 8A, Groningen
J.M. Kathmann, Brederode 26, Leidschendam
Ir. E. de Leeuw, Rodelaan 91, Voorburg
Ir. W.J.H.M. Lippmann, Bouvigne 49, Eindhoven
Ir. P.F. van der Meulen, Oude Molenweg 2, Heerlen
Ir. D.J.W. Noorlag, Roland Holstlaan 307, Delft
H. da Silva, Agrippinastraat 34, Voorburg
Ing. C.J.P. Timmers, Groene Woud 62, Breda
Ir. F.L.J. Verweijen, Walenburgerweg 88A, Rotterdam
Ir. E.A. Wolsheimer, Kon. Julianalaan 297, Voorburg
Ir. K.J. Wouda, De Vroente 8, Nuenen
Ir. V. Zieren, J.J. Slauerhofflaan 73, Delft

Nieuwe leden

J.J.M. van Bommel, Hertogstraat 11, Mook (L)
Ing. H.Y. Boxma, Brekken 22, Zwolle
Ir. H.F. Boymans, Wingerdstraat 40, Den Helder
Ing. A.M. Brussaard, J. van Hasseltstraat 2, Montfoort
Ir. W.J. Eradus, Roodborststraat 43, Leiden
Ir. H.A. van Haaster, Graaf Janstraat 97, Zoetermeer
Ir. B.C.A. van der Ham, Narcishof 26, Schijndel
Ir. H.J.M. Heemskerk, Lulolf Berkemeierstraat 1,
Noordwijk
W.C. Heuvelman, Fazantlaan 24, Vlaardingen
Ing. W.Chr. Hildering, Bolksheuvel 51, Waalre
M.B. Hulsbergen, Hallekensstraat 5, Wassenaar
H.J. Kip, Btw, Frans Halsstraat 16, Lichtenvoorde
Ing. F. Klinker, Prof. ter Veenstraat 66, Emmeloord
Ir. J. Kok, Nassaulaan 116, Zoeterwoude
Ir. F.J. Kroon, Biggekruid 12, Huizen
P.F. Maartense, Tweevoren 95, Nuenen
P.W. de Mooij, Witte Rozenstraat 46A, Leiden
Dr. A.J. Nijman, Edelweisslaan 8, Waalre
Ir. W.S. Oei, Zalkerbos 309, Zoetermeer
Ing. T.J. Ouwerkerk, Waterbieskreek 20, Leiderdorp
Ir. G.A. Schurink, Fauna 13, Huizen
Ir. H.J. Spoon, Waltherlaan 15, Bussum
Ir. J. Veldhuis, Deimosweg 25, Eindhoven

Nieuwe adressen van leden

Ir. P.K.J. van den Berg, von Gluckstrasse 3,
8012 Ottobrunn, W.-Duitsland
Ir. T. Bergmans, Mezenlaan 55, Oosterhout
Ir. O.P. Hogerzeil, van Kempenstraat 47, Voorschoten
Ir. A.M. Navarro, Wersakker 16, Mierlo
Ir. R.G. van Vliet, Zeebruggestraat 9, Eindhoven
Ir. Y.C.M. van der Werf, Koningsplein 33, Delft

VAN DE REDACTIE

Prof.Ir. B. van Dijl is voorzitter van de S.V.E.N., en niet secretaris zoals vermeld in de kop van het artikel op pag. 15.

Op pagina 21 staat op de 12 regel van de rubriek VARIA
Van IEEE ontvingen we........
Dit had moeten zijn:
Van IEE ontvingen we.....

Onze excuses voor deze vergissingen.

VARIA

RADAR TECHNOLOGY COURSE

Sponsored by the Benelux Section IEEE and the Eindhoven University of Technology, a two-day course in radar technology is scheduled for August 26 and 27, 1980, at Eindhoven University, Netherlands.

Subjects will include the fundamentals of radar, signal processing, solid state, tubes, tracking and smoothing, and detection.

The lecturer is Dr. Eli Brookner, consulting scientist at Raytheon. The fees are Dfl. 295,-- (Dutch guilders).
They include a text, Radar Technology, by Dr. Eli Brookner, plus supplemental notes.

For further information contact:
Dr. E.J. Maanders,
Technische Hogeschool Eindhoven,
Postbus 513
5600MB Eindhoven
Telephone: 040 - 473427, 040 - 473447 or
040 - 473417.

International conference on new systems and services in telecommunications, Luik 24-26 november 1980. Call for papaers 15/4/1980. Adres:
Universite de Liege; Prof. G. Cantraine;
Institut de electricite montefiore, B28
B-4000 Liege Belgie

IERE conference. Retraining in the electronics industry for the microprocessor age. 3 july 1980 London Penta Hotel. Adres:
99 Gower street, London, EC1, telefoon 01-388-3071

Design Methodologies for very large scale integration circuits. 8-18 july 1980;
Université Catholique de Lovain Adres:
Professor Paul Jespers, Universite Catholique de Lovain; Place du Levant 3; 1348 Louvain-la-Neuve; Belgie.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 45 - nr. 2 - 1980

druk: Het Zuiden Eindhoven